COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 AVRIL 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur la possibilité de déduire d'une seule des lois de Kepler le principe de l'attraction.* Note de M. J. BERTRAND.

« Si Kepler n'avait déduit de l'observation qu'une seule de ses lois : *Les planètes décrivent des ellipses dont le Soleil occupe le foyer,* on aurait pu, de ce seul résultat érigé en principe général, conclure que la force qui les gouverne est dirigée vers le Soleil et inversement proportionnelle au carré de la distance.

» Soient, en effet, X et Y les composantes de la force qui sollicite la planète dont le mouvement, par hypothèse, s'accomplit dans un plan, les équations différentielles du mouvement sont

$$(1)\qquad \frac{dx}{dt}=x',\quad \frac{dy}{dt}=y',\quad \frac{dx'}{dt}=X,\quad \frac{dy'}{dt}=Y,$$

et il faut déterminer X et Y en fonction de x et de y, de telle sorte que la trajectoire ait une équation de la forme

$$(2)\qquad r=ax+by+c,$$

qui représente, comme on sait, toutes les coniques ayant pour foyer l'origine et dans laquelle a, b, c sont arbitraires, puisque l'équation de la trajectoire, déduite de l'intégration de (1), doit renfermer évidemment trois constantes distinctes.

» En différentiant l'équation (2), on en déduit

$$\frac{xx' + yy'}{r} = ax' + by', \tag{3}$$

et, en différentiant une seconde fois, en ayant égard au système (1),

$$\frac{Xx + Yy + x'^2 + y'^2}{r} - \frac{xx' + yy'}{r^3} = aX + bY, \tag{4}$$

que l'on peut écrire

$$r^2(Xx + Yy) + (xy' - yx')^2 = r^3(aX + bY). \tag{5}$$

Les équations (3) et (5) donnent

$$a = \frac{x}{r} + \frac{y'}{r^3}\frac{(xy' - yx')^2}{Xy' - Yx'}, \tag{6}$$

$$b = \frac{y}{r} - \frac{x'}{r^3}\frac{(xy' - yx')^2}{Xy' - Yx'}, \tag{7}$$

et, en différentiant (6),

$$\left\{\begin{aligned} 0 = {} & \frac{y}{r^3}(x'y - xy') \\ & + (xy' - yx')^2 \left\{ \frac{Y}{r^3(Xy' - Yx')} - \frac{3y(xx' + yy')}{r^5(Xy' - Yx')} \right. \\ & \left. \qquad + \frac{y'\left[y'\left(x'\frac{dX}{dx} + y'\frac{dX}{dy}\right) - x'\left(x'\frac{dY}{dx} + y'\frac{dY}{dy}\right)\right]}{r^3(Xy' - Yx')^2} \right\} \\ & + \frac{2(xy' - yx')(xY - yX)r'}{r^3(Xy' - Yx')}. \end{aligned}\right. \tag{8}$$

Cette équation, ne contenant pas de constante et se trouvant la conséquence du système (1), est nécessairement une identité; or une telle identité est impossible, quelles que soient les fonctions X et Y indépendantes de x' et de y', à moins que le binôme $Xy' - Yx'$ ne soit un diviseur de $xy' - yx'$. On le démontre en supprimant le facteur $xy' - yx'$ et en supposant en-

suite $x' = x$, $y' = y$. L'équation (8) se réduirait à $\frac{-y}{r^3} + \frac{2y}{r^3} = 0$ si cette hypothèse n'annulait pas le dénominateur $Xy' - Yx'$. Nous pouvons donc poser

$$X = Ux,$$
$$Y = Uy,$$

et l'équation (8) devient, en supprimant les facteurs communs,

$$(9) \qquad x'\frac{dU}{dx} + y'\frac{dU}{dy} = -\frac{3U}{r^2}(xx' + yy').$$

U ne contenant ni x' ni y', l'équation (9) exige que $\frac{dU}{dx}$ et $\frac{dU}{dy}$ soient proportionnels à x et y, et que, par conséquent,

$$U = \varphi(x^2 + y^2) = \psi(r);$$

elle devient alors

$$(10) \qquad \frac{dU}{dr} = -\frac{3U}{r},$$

d'où l'on déduit

$$U = \frac{\mu}{r^3},$$

et, par conséquent,

$$X = \frac{\mu x}{r^3},$$

$$Y = \frac{\mu y}{r^3},$$

qui sont les composantes d'une force dirigée vers l'origine et inversement proportionnelle au carré de la distance.

» Il serait intéressant de résoudre la question suivante :

» *En sachant que les planètes décrivent des sections coniques, et sans rien supposer de plus, trouver l'expression des composantes de la force qui les sollicite, exprimées en fonction des coordonnées de son point d'application.*

» Nous connaissons deux solutions : La force peut être dirigée vers un centre fixe et agir proportionnellement à la distance ou en raison inverse de son carré. En existe-t-il d'autres ?

» La méthode précédente pourrait conduire à la solution de ce problème, mais les calculs sont tellement compliqués qu'aucun géomètre, je crois, ne tentera de les exécuter avant d'avoir trouvé le moyen de les simplifier.

» On aurait pu, par exemple, substituer au calcul qui précède le raisonnement suivant, qu'il est malheureusement impossible d'étendre au cas général :

» L'équation

$$r = ax + by + C$$

étant, quelles que soient les constantes a, b, c, une solution du problème correspondant à des données initiales convenables, supposons $b = 0$, $c = 0$. L'équation représente alors une ligne droite passant par l'origine et de direction arbitraire. Puisque ces droites sont au nombre des trajectoires possibles, les forces, évidemment, agissent suivant leur direction et doivent passer par l'origine des coordonnées. La solution du problème rentre dès lors dans la théorie classique. »

THERMOCHIMIE. — *Quelques-unes des données fondamentales de la Thermochimie.* Note de M. **Berthelot.**

« 1. La suite de mes expériences m'a conduit à faire de nouvelles déterminations de quelques-unes des données fondamentales de la Thermochimie, qui se sont présentées dans le cours de mes recherches : je veux parler de la chaleur de formation de l'acide sulfureux et des composés que le brome et l'iode forment, tant avec l'hydrogène qu'avec l'oxygène.

» 2. *Acide sulfureux.* — La chaleur de combustion du soufre intervient dans la formation thermique des acides oxygénés du soufre et de leurs sels. Quoique mesurée à plusieurs reprises, elle n'est pas bien connue. En effet, les nombres des divers observateurs, rapportés à 16 grammes de soufre, sont fort discordants : Dulong ayant trouvé + 41,6; Hess 41,1; Andrews + 36,9; Favre et Silbermann + 35,6, pour le soufre octaédrique. Les derniers auteurs attribuent ces divergences à la formation de l'acide sulfurique anhydre, opinion qui m'avait semblé d'abord douteuse, à cause de la grande quantité d'acide anhydre dont elle supposerait la formation; en effet, la chaleur dégagée par la métamorphose de l'acide sulfureux en acide sulfurique anhydre

$$SO^2 + O = SO^3, \text{ soit } + 17,2$$

n'est pas même la moitié de la chaleur de formation de l'acide sulfureux. Depuis il m'est venu quelques scrupules, en réfléchissant que la présence de la moindre trace d'humidité dans le gaz doit déterminer la formation de

l'acide sulfurique hydraté, avec un dégagement de chaleur à peu près double de celui qui répond à l'acide sulfureux.

» J'ai cru devoir faire de nouvelles expériences. J'ai employé une chambre à combustion en verre, mince, très-légère, d'une capacité assez considérable, et disposée de façon à pouvoir suivre la combustion et constater s'il y avait quelque trace de soufre sublimé ou d'acide sulfurique condensé; dernière circonstance qui se présente en effet, pour peu que l'oxygène ne soit pas absolument sec. Le soufre était du soufre octaédrique pur, ne laissant pas de cendres. On le pesait, avant l'expérience, dans un petit creuset de porcelaine, et l'on avait soin de le brûler jusqu'à la dernière trace; les combustions incomplètes fournissent des nombres peu réguliers. Comme contrôle, j'ai cherché à peser l'acide sulfureux produit, en le récoltant dans un tube de Liebig; mais cette adjonction rend la marche des combustions irrégulière. Après avoir vérifié, dans quelques essais, que le poids de l'acide sulfureux concorde avec celui du soufre à $\frac{1}{100}$ près, je me suis borné à peser le soufre brûlé.

» L'acide sulfureux était conduit par un tube hors du laboratoire. L'inflammation du soufre était produite à l'aide d'un très-petit morceau de charbon de bois, pesant environ 2 milligrammes, que l'on enflammait et qu'on laissait tomber, par un large tube aussitôt refermé, dans le creuset suspendu à l'intérieur de la chambre à combustion. En réglant l'accès de l'oxygène, la combustion s'effectue très-bien. Elle durait dix à douze minutes dans mes essais, l'échauffement de l'eau du calorimètre se prolongeant ensuite pendant quatre à cinq minutes. Voici les nombres obtenus :

Poids du soufre brûlé.	Chaleur dégagée par 16 grammes de soufre $S + O^2 = SO^2$.
gr 0,867	+ 34,57
0,826	+ 34,54
0,901	+ 34,39
0,860	+ 34,70
Moyenne.....	+ 34,55

» Ce nombre est plus faible que ceux de mes prédécesseurs; ce que j'attribue en partie à un procédé plus exact pour apprécier les corrections dues au refroidissement ([1]). Ces corrections étaient exécutées à l'aide de données spéciales mesurées dans chaque essai, et non à l'aide de coeffi-

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIX, p. 157, 158.

cients déterminés une fois pour toutes, comme on le faisait autrefois. Leur valeur s'est élevée de 4 à 5 centièmes seulement du chiffre total, dans mes essais. La différence entre mes données et celles de mes prédécesseurs me paraît aussi due en partie à une formation moindre d'acide sulfurique anhydre, formation que je n'ai cependant pas réussi plus qu'eux à éviter complétement : le nombre véritable doit donc être un peu inférieur à + 34,55.

» Le soufre insoluble (tiré de la fleur de soufre) donnera exactement le même nombre, sa transformation en soufre octaédrique vers 18 degrés ne produisant ni dégagement, ni absorption de chaleur ([1]).

» En adoptant cette valeur pour la réaction suivante :

(1) $S + O^2 = SO^2$ gaz .... +34,55

on peut calculer la chaleur de formation de l'acide sulfurique et des sulfates. La formation thermique de l'acide sulfurique se conclut des données suivantes, que je regarde comme les plus exactes :

$S + O^2 = SO^2$ gaz..........	+34,55	(Berthelot)
SO^2 gaz + eau = SO^2 dissous..........	+ 3,85	(Favre, Thomsen)
SO^2 diss. + Cl gaz + 2HO = SO^3, HO étendu.	+36,95	(Th.)
H + Cl = H Cl étendu	+39,3	(Th.)
H + O = HO	+34,5	(moy. des auteurs)

» D'où je tire

SO^2 dissous + O + HO + eau = SO^3, HO étendu.	+32,15
SO^2 gaz + O + HO + eau = SO^3, HO étendu..........	+36,0
$S + O^3$ + HO + eau = SO^3, HO étendu..........	+70,5

» On a encore

SO^3 + eau = SO^3, HO étendu..........	+18,7	(Berthelot
SO^3HO pur + eau = SO^3, HO étendu..........	+ 8,5	(divers auteurs)

» D'où je tire

(2) $S + O^3 = SO^3$ anhydre dégage.......... +51,8

(3) $SO^2 + O = SO^3$ anhydre.......... +17,2

(4) $S + O^3 + HO = SO^3, HO$.......... +62,0

(5) $S + O^4 + H = SO^4H$ .... +96,5

([1]) *Voir* mes expériences, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. XXVI, p. 462.

» On a enfin, d'après diverses autres données que je supprime :

$S + O^4 + K = SO^4K$ solide	$+171,1$
$S + O^4 + Na = SO^4Na$	$+163,2$
$S + O^4 + Pb = SO^4Pb$	$+107,0$
$S + O^4 + Zn = SO^4Zn$	$+116,7$
$S + O^4 + Cu = SO^4Cu$	$+91,4$

etc., etc.

» 3. *Acide bromhydrique.* — La chaleur de formation de l'acide bromhydrique a été déduite d'abord, par MM. Favre et Silbermann, de la chaleur dégagée lorsqu'on déplace le brome du bromure de potassium au moyen du chlore; ils ont donné le nombre suivant :

$H + Br$ liquide $+$ eau $= HBr$ étendu dégage ..... $+28,4$

M. Thomsen a trouvé exactement le même nombre, par la même méthode.

» Ayant dissous le brome dans la potasse, puis réduit le produit par l'acide sulfureux en présence d'un très-grand excès d'acide chlorhydrique, j'ai obtenu pour la chaleur de formation de l'acide bromhydrique un nombre sensiblement plus fort : $+ 29,8$. Quoique ce résultat soit obtenu par la réunion de deux expériences successives, il conduit à supposer que la réaction du chlore sur le bromure de potassium pourrait donner lieu à quelque phénomène secondaire qui aurait passé inaperçu. En effet, dans une expérience d'ordre analytique, telle que celle-ci, le brome n'est pas séparé directement et en nature, mais demeure dissous; de sorte que le poids du brome libre n'est pas mesuré d'une manière immédiate et dans les conditions mêmes de la détermination calorimétrique. On le conclut d'une analyse ultérieure, pendant laquelle certaines transformations sont possibles.

» J'ai cru préférable d'opérer par voie synthétique, c'est-à-dire sur le brome pur, pris sous un poids connu, et que l'on dissout en vase clos, c'est-à-dire dans une fiole calorimétrique, au moyen d'une solution étendue d'acide sulfureux. J'ai obtenu ainsi :

Poids du brome.	Chaleur dégagée par $Br = 80^{gr}$.
gr 13,752	$+ 27,7$ à $13°$
3,675	$+ 27,2$ à $14°,6$
5,653	$+ 26,7$ à $15°$
Moyenne	$+ 27,2$

» Ce nombre répond à la réaction

$$SO^2 \text{ dissous} + Br \text{ liquide} + 2HO = SO^3, HO \text{ étendu} + HBr \text{ étendu.}$$

» On en tire, d'après les chaleurs de formation de l'acide chlorhydrique (au moyen des éléments) et de l'acide sulfurique (au moyen du chlore et de l'acide sulfureux) adoptées plus haut,

(1) $H + Br$ liquide + eau = HBr dissous : dégage. . + 29,5

nombre que je crois plus exact que les précédents, parce que l'état initial et l'état final sont mieux définis. On en tire :

(2) $H + Br$ gaz + eau = HBr étendu. . . . . + 33,1

nombre inférieur seulement de 6 unités à la chaleur de formation de l'acide chlorhydrique dissous, au moyen du chlore gazeux et de l'hydrogène.

» J'ai trouvé d'ailleurs (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IV, p. 477)

HBr gaz + eau = HBr étendu. . . . . +20,0

» D'où résulte :

(3) $H + Br$ liquide = HBr gaz. . . . . + 9,5
(4) $H + Br$ solide = HBr gaz. . . . . + 9,4
(5) $H + Br$ gaz = HBr gaz. . . . . +13,5

» 4. *Acide iodhydrique.* — MM. Favre et Silbermann ont déduit la chaleur de formation de l'acide iodhydrique de la chaleur dégagée lorsqu'on précipite l'iode de l'iodure de potassium par le chlore, soit

$H + I$ solide + eau = HI étendu. . . . . +15,0.

» M. Thomsen a trouvé, d'après la même réaction : +13,2.

» J'ai contrôlé ces nombres par voie synthétique, en dissolvant l'iode dans l'acide sulfureux. J'opérais chaque fois sur 12gr,7 d'iode.

SO^2 étendu + I solide + $2HO = SO^3,HO$ étendu + HI étendu a dégagé. . +10,9

» Ce nombre a été obtenu en opérant en présence d'un grand excès d'acide sulfureux. En opérant avec un excès à peine sensible, j'ai trouvé +11,2 : nombre que je crois moins exact, la liqueur demeurant teintée en jaune. D'après le chiffre +10,9, on a

(1) $H + I$ solide + eau = HI étendu. . . . . +13,2,

c'est-à-dire le même nombre que M. Thomsen a obtenu par une réaction différente. Cette concordance entre l'expérience synthétique et l'expérience

analytique s'explique aisément pour l'iode, en remarquant que dans la dernière cet élément ne demeure pas dissous et apte à des réactions secondaires comme le brome, mais qu'il se précipite en nature et presque en totalité.

» On déduit encore de ce chiffre

(2) $H + I$ gaz + eau = HI étendu .... $+18,8$

nombre qui est à peu près la moitié d'une valeur intermédiaire entre les chaleurs de formation des acides chlorhydrique et bromhydrique dissous au moyen de leurs éléments gazeux. Enfin

(3) $H + I$ solide = HI gaz .... $-6,4$
(4) $H + I$ liquide = HI gaz .... $-4,5$
(5) $H + I$ gaz = HI gaz .... $-0,8$

» Les nombres qui expriment la formation thermique des trois hydracides au moyen de leurs éléments gazeux, c'est-à-dire

$+22,0$ ($H + Cl$ gaz)
$+13,5$ ($H + Br$ gaz)
$-0,8$ ($H + I$ gaz)

ne sont pas fort éloignés des rapports simples $0:1:2$, que je rappelle en passant.

» 5. *Acide bromique.* — J'ai opéré sur du bromate de potasse très-pur, que j'ai réduit par l'acide sulfureux, en présence d'un très-grand excès d'acide chlorhydrique. J'ai trouvé :

BrO^6K + eau (50 parties) à 11° absorbe .... $-9,85$
(1) Br liquide + O^5 + HO + eau = BrO^5, HO étendu absorbe .. $-24,8$

» M. Thomsen, en réduisant le même acide par le chlorure stanneux, a trouvé $-21,8$; mais en substituant, dans le calcul de ses expériences, le nombre $+38,5$, qui me semble plus exact, au nombre $+38,0$, qu'il a adopté pour la perchloruration du chlorure stanneux (voir *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V, p. 330 et 331), on arrive également à $-24,8$. On tire de là

(2) Br gaz + O^5 + HO + eau = BrO^5, HO étendu .... $-21,1$

nombre presque double de la chaleur absorbée dans la formation de l'acide chlorique ($-12,0$).

» On a encore, pour l'acide bromique (et les bromates dissous)

BrO^5, HO étendu = HBr étendu + O^6 .... $+15,5$
BrO^6K solide = KBr solide + O^6 .... $+11,1$

valeurs qui sont sensiblement les mêmes que pour l'acide chlorique dissous (+ 16,8) et pour le chlorate de potasse solide (+ 11,0).

» 6. *Acide hypobromeux.* — Les hypobromites se forment aisément par la réaction du brome sur les solutions alcalines. J'ai trouvé, en présence d'un excès d'alcali,

NaO (1 éq. = 3^lit) + Br (14^gr,318 et 3^gr,365) à 9°.......	+6,0
KO (1 éq. = 4^lit) + Br (15^gr,801 et 5^gr,734) à 11°.......	+5,95
BaO (1 éq. = 6^lit) + Br (12^gr,096 et 12^gr,339) à 13°.......	+5,7

» En admettant que l'acide hypobromeux étendu dégage, en s'unissant aux bases, la même quantité de chaleur que l'acide hypochloreux, soit + 9,5, je tire des chiffres précédents :

(1)	Br liquide + O + eau = BrO étendu....................	—6,7
(2)	Br gaz + O + eau = BrO étendu....................	—3,0

ce qui est le même nombre sensiblement que pour la formation de l'acide hypochloreux (— 2,9).

» Avant de pousser plus loin ces comparaisons, il convient d'étudier la formation thermique des composés oxygénés de l'iode. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur un théorème relatif à la détente des vapeurs sans travail externe* (suite). Note de M. **G.-A. Hirn** (¹).

« Je n'aurai que peu de chose à dire de la critique de M. Weyrauch, car, comme on va voir, elle n'a même rien de commun avec le théorème (Ω); mais, par suite d'une erreur, assez difficile à justifier, de son auteur, elle atteint en plein, et d'ailleurs sans le réfuter le moins du monde, un travail remarquable d'un de mes amis. En ce sens, j'ai, je crois, pour devoir d'intervenir et de donner quelques éclaircissements historiques : ils ne seront, je l'espère, pas sans intérêt pour le lecteur.

» Voici le point de départ de la critique de M. Weyrauch (je traduis les premières phrases du paragraphe Ier de son Mémoire) :

« La loi de Hirn exige que, pendant tous les changements d'état des vapeurs sèches, les variations du travail interne U soient proportionnelles à celles du produit (pv). Si cela était juste, on devrait pouvoir poser

$$A\,dU = \frac{d(pv)}{C},$$

C désignant une constante. C'est ce que nous allons admettre en principe.... »

(¹) Voir *Comptes rendus*, séances des 26 mars et 2 avril 1877, p. 592 et 632.

» Après avoir posé ces prémisses, et d'ailleurs sans s'occuper le moins du monde, soit de la validité de mes démonstrations, soit des nombreuses citations expérimentales que je donne à l'appui du caractère de grande approximation du théorème (Ω), notamment dans le tome I[er] (1875) de ma dernière édition, M. Weyrauch s'attache à prouver que C ne peut, à aucun titre, être considéré comme une constante; il entre, à cet égard, dans de longs développements dont je n'ai point à parler ici, et dont il conclut, en dernière analyse, que la *loi Hirn,* disons le théorème

$$P(V - \Psi) = P(V_0 - \Psi) = (\Omega)$$

est insoutenable et doit être désormais rejeté de toute théorie correcte des vapeurs surchauffées.

» Outre la méprise historique dont je parlerai tout à l'heure, et qui est, de fait, l'origine de la critique de M. Weyrauch, la citation textuelle ci-dessus renferme deux erreurs radicales :

» 1° Bien loin de s'appliquer à tous les changements d'état d'une vapeur sèche, le théorème (Ω) ne concerne, au contraire, qu'un genre très-limité de phénomènes essentiellement *non réversibles,* celui de l'accroissement de volume d'une vapeur, *sans travail externe* et sans addition ou soustraction de chaleur. Ce n'est qu'avec la plus grande réserve que j'ai tiré de la loi (Ω) des déductions qui s'étendent à des phénomènes réversibles.

» 2° Le théorème (Ω) n'exige, en aucune façon, comme base, ni même n'entraîne, comme conséquence, la proportionnalité des variations de la chaleur interne U et du travail externe (PV). Considéré en lui-même, et quand il s'agit d'une vapeur saturée, ce dernier produit, que j'écris $(PV)_s$, diminué de $(Pw)_s$, répond au passage d'un corps à pression et à température constantes, du volume w_s à l'état liquide, au volume V_s à l'état gazeux. Le théorème (Ω) ne concerne que les phénomènes postérieurs à ce passage.

» Nous venons de voir, par la démonstration de cette Notice, qu'il n'est pas même question d'une relation *quelconque* entre U et (PV_s). J'ajoute qu'il n'en est pas plus question, ni comme base, ni comme conséquence, dans aucun autre de mes travaux. Bien plus, dans ma première édition (p. 372 et 373), après avoir montré qu'on a, en toute hypothèse,

$$\frac{dV}{V}\Omega = - A\,dU,$$

d'où

$$\log V = A\int\frac{dU}{\Omega} + \text{const.},$$

je dis que la forme de la fonction $\int\frac{dU}{\Omega}$ est encore inconnue; et, pour tirer parti de (Ω) dans la détermination des volumes d'une vapeur surchauffée, j'exprime l'intégrale à l'aide de formules empiriques que, depuis cette époque, je n'ai même plus mentionnées. La réfutation de M. Weyrauch est donc sans fondement et laisse le théorème (Ω) parfaitement intact, indépendamment même des formes restrictives sous lesquelles je l'ai présenté.

» Je me permets, sous une forme plus générale, de dire qu'il en sera absolument ainsi de toute critique qui ne s'attaquera pas directement à ma démonstration, et qui se bornera à prouver que l'application du théorème ne conduit qu'à des résultats approximatifs; car ce dernier caractère ressort de l'équation (4) elle-même.

» Dans son bel ouvrage (¹), M. Zeuner consacre un chapitre étendu à la théorie des vapeurs surchauffées. Il examine attentivement le théorème (Ω) et montre qu'il ne peut pas être regardé comme rigoureux, mais qu'il est du moins très-approximatif. Il s'appuie, pour cela, sur des considérations naturellement très-différentes de celles dont je pars dans le même but : les unes sont très-fondées et très-utiles, d'autres supposent trop exactes et trop rigoureuses certaines données de Physique, qui sont loin de mériter ces épithètes. Il montre aussi qu'on peut représenter très-approximativement la chaleur interne d'une vapeur saturée, à l'aide de l'équation

$$I = I_0 + Cpv,$$

et par conséquent on a approximativement aussi

$$dI = Cd.pv.$$

» Par une distraction qui, je me permets de le dire, l'honore, il m'attribue la découverte de cette relation, dont il a tiré le plus beau parti et qui, en réalité, constitue un théorème nouveau, distinct de (Ω). Dans une réponse pleine d'urbanité et d'esprit d'équité, qu'il a récemment publiée

---

(¹) *Grundzüge der mechanischen Wärmetheorie*, von G. Zeuner; zweite vollständig umgearbeitete Auflage, 1866, p. 435. Leipzig, chez Arthur Félix. Voir p. 429 de l'élégante traduction du précédent ouvrage par MM. Arnthal et Cazin, publiée par M. Gauthier-Villars, 1869.

dans la Revue où a paru le Mémoire de M. Weyrauch, réponse que tout le monde lira avec intérêt, M. Zeuner rectifie les faits au point de vue historique et constate que l'attaque de M. Weyrauch concerne uniquement son propre exposé, et absolument en rien le théorème (Ω), dont je n'ai jamais appuyé la démonstration sur la proportionnalité $U = C\,d\,(vp)$. Mais, même en ce sens, il ne lui est pas difficile d'établir que la critique est encore très-mal fondée.

» A l'époque où M. Zeuner a écrit sa deuxième édition, il n'avait sous les yeux que ce que j'ai indiqué du théorème (Ω) dans ma première édition. J'ai dit, au début de cette Note, que ma démonstration laissait à désirer pour la rigueur et la clarté; j'ajoute que j'ai dû y employer quelques termes spéciaux et nouveaux, dont il n'est pas facile de faire passer exactement le sens d'une langue dans une autre. M. Zeuner explique aisément par là l'espèce de méprise qu'il a commise en m'attribuant le théorème

$$U = A + Cpv,$$

et il s'excuse d'avoir ainsi ouvert la porte à une critique mal fondée de mes travaux. Personne ne s'étonnera, je pense, si, tout en admettant la validité de l'excuse, je le remercie de m'avoir attribué par distraction ce qui lui appartenait à lui-même. Des cas de ce genre sont trop rares en ce monde pour qu'on s'en irrite quand ils se présentent. »

MÉMOIRES LUS.

BOTANIQUE. — *Rapports morphologiques entre les* anthéridies *et les* sporules *développées dans la ramification verticillée d'une forme particulière du* Batrachospermum moniliforme. Note de M. S. SIRODOT.

« J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur un fait qui, pour être anormal, n'en présente pas moins un grand intérêt au point de vue de la morphologie végétale. Les Batrachospermes représentent la *forme sexuée* de Floridées d'eau douce, fort remarquables par une *alternance de générations* caractérisée dans des Communications précédentes.

» Le Batrachosperme sexué produit des spores issues de fécondation, des oospores, dont la germination donne naissance à une forme végétale toute différente, décrite, par les Algologues, sous le nom de *Chantransia*. Le *Chantransia, asexué,* se multiplie, en dehors des phénomènes de fécondation, par des organismes unicellulaires, des sporules.

» Le Batrachosperme, forme sexuée, apparaît dans la ramification du *Chantransia,* comme un ramuscule hétéromorphe qui se fixe et s'affranchit par le développement rapide de filaments articulés radicants. Or, suivant que ces filaments articulés radicants se transforment, ou ne se transforment pas, en un tissu comparable à un prothalle, le Batrachosperme est *vivace, ou annuel.*

» Est-il annuel, il ne paraît se reproduire que par les organismes unicellulaires issus de fécondation, par les oospores. Mais il n'en est plus ainsi s'il est vivace; à la reproduction sexuée vient s'ajouter la multiplication par *sporules.*

» Ces sporules ne s'observeront, très-généralement, que sur la végétation basilaire prothalliforme, mais, par une singulière exception, je les ai trouvées dans la ramification où se trouvent distribués les organes de la fécondation, et alors affectant une disposition comparable de tous points à celle des organes mâles, des anthéridies. C'est dans ces circonstances qu'ont été faites les observations que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui au jugement de l'Académie.

» Voici le fait : dans la forme type du *Batrachospermum moniliforme,* comme dans toutes ses variations, les anthéridies sont, très-généralement, disposées en fascicules corymbiformes, à l'extrémité de ramuscules le plus souvent latéraux, parfois terminaux, dans la ramification des verticilles; or l'une des variations du type présente à l'observation les faits exceptionnels suivants :

» 1° La plante étant stérile, c'est-à-dire dépourvue des organes mâle et femelle, les extrémités des rameaux et ramuscules, où apparaissent normalement les anthéridies, sont occupées par des organismes unicellulaires appelés à la reproduire sans fécondation, par des sporules;

» 2° Si, sur des individus plus vigoureux, se montrent d'assez rares organes de fécondation, mâles et femelles, les anthéridies se trouvent distribuées au milieu des sporules;

» 3° Sur ces individus vigoureux et fertiles, tous les états intermédiaires entre les anthéridies et les sporules peuvent être constatés.

» Dans ces conditions, ne serait-on pas autorisé à considérer les sporules comme une stade, un arrêt dans le développement des anthéridies? La différenciation, ayant l'anthéridie comme résultat final, apparaît, en effet, comme un phénomène d'un ordre plus élevé que celle qui s'arrêterait à la formation des sporules. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Substitution de la chlorophylle aux sels de cuivre, employés ordinairement dans la préparation et la conservation des fruits et des légumes verts.* Note de M. A. GUILLEMARE.

(Commissaires : MM. Boussingault, Fremy, Pasteur.)

« Quand on veut conserver des légumes par le procédé Appert, on les soumet à deux opérations distinctes. Dans la première, dite *blanchissage,* on immerge, pendant cinq minutes environ, le produit dans de l'eau bouillante; puis on le plonge brusquement dans de l'eau froide. Dans la seconde, dite *ébullition,* on introduit dans des flacons en verre, et mieux encore dans des boîtes de fer-blanc, le légume blanchi comme nous venons de le dire, et on le soumet à l'action de l'eau portée à une température moyenne de 110 degrés. Or cette température détruit la chlorophylle du légume et dénature son aspect. Il est vrai que l'on y remédie partiellement en ajoutant, à l'eau du blanchissage, du sulfate de cuivre.

» La Communication que j'ai l'honneur de faire à l'Académie, en mon nom et en celui de mon collaborateur M. F. Lecourt, a pour but d'établir que les sels de cuivre peuvent être remplacés avantageusement, à tous égards, et en particulier au point de vue de la coloration, par l'emploi exclusif de la chlorophylle extraite de végétaux alimentaires. Cette substitution s'appuie sur des faits observés depuis quatre ans et que je puis résumer comme il suit :

» 1° La chlorophylle du légume disparaît par l'ébullition, d'une façon d'autant plus rapide et plus complète qu'elle s'y trouve en plus faible quantité.

» 2° La fibre végétale du légume, la matière féculente qu'elle renferme, mises pendant le blanchissage en contact avec de la chlorophylle solubilisée, s'en sature vers 100 degrés.

» 3° Les légumes à demi ou complétement saturés de chlorophylle, pendant l'opération du blanchissage, conservent et retiennent désormais, pendant l'ébullition, cette belle matière verte.

» Ces faits une fois constatés, voici la marche que nous avons adoptée pour en faire l'application à la question actuelle. Nous traitons des épinards, ou bien encore le feuillage de légumineuses, par des lessives de soude caustique. La liqueur ainsi obtenue nous donne, avec l'alun ordinaire, une laque de chlorophylle, que nous lavons soigneusement, afin de la débarrasser du sulfate de soude. Pour solubiliser cette laque, nous

avons recours aux phosphates alcalins et alcalino-terreux. Nous obtenons ainsi un composé soluble, assez instable, dans lequel entrent de la chlorophylle, de l'alumine et de la soude phosphatée. Cette liqueur est ajoutée au blanchissage : elle cède sa chlorophylle au légume, qui en retient d'autant plus que le contact est plus prolongé. La mise en boîtes et l'ébullition se continuent de la façon ordinaire.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un flacon contenant des petits pois qui ont subi le blanchissage dans de l'eau naturelle, puis une ébullition à 117 degrés, pendant le temps nécessaire pour assurer leur conservation : ils ont perdu leur chlorophylle. Un autre flacon contient des petits pois qui ont été à demi saturés de chlorophylle pendant le blanchissage; ils ont également subi une ébullition à 117 degrés, simultanément avec les premiers; ils ont gardé une teinte verte, comparable à celle des petits pois traités par le cuivre. Enfin un autre flacon contient les mêmes légumes, préalablement saturés complétement de chlorophylle pendant l'opération du blanchissage; ils ont également subi une ébullition à 117 degrés : ils présentent une nuance qui ne me paraît pas pouvoir être atteinte avec le cuivre; en outre, ils n'ont pas cette saveur astringente et métallique que l'on connaît aux conserves traitées par la couperose bleue.

» Nous obtenons, par les mêmes moyens, des résultats semblables pour les haricots, les flageolets, et les fruits tels que prunes, concombres, etc., etc.

» En résumé, le petit pois contient trop peu de chlorophylle; nous lui en ajoutons, que nous prenons dans la tige qui le porte, ou bien encore dans le feuillage qui l'abrite, dans les plantes alimentaires qui l'entourent. Il devient ainsi apte à résister aux températures les plus élevées que nécessite sa conservation.

» Le traitement chimique de matières organiques destinées à l'alimentation exige, on le conçoit sans peine, des soins minutieux, des tours de main dont la description ne peut trouver place dans cette Note. Mais nous espérons être en mesure d'effectuer, devant la Commission que l'Académie a bien voulu désigner, une série d'expériences, faites sur une assez grande échelle pour qu'on puisse les considérer déjà comme des opérations industrielles. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur la présence du zinc dans le corps des animaux et dans les végétaux.* Note de MM. G. Lechartier et F. Bellamy.

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Pasteur.)

« De nombreuses expériences ont mis en évidence la présence du cuivre dans les animaux et dans les végétaux. Les recherches dont nous donnons un résumé prouvent que ce fait doit être étendu au zinc, comme pouvaient le faire présumer, du reste, les résultats intéressants obtenus par M. Raulin dans la culture des mucédinées sur un sol artificiel. Nos premières constatations ont été opérées sur l'homme.

» Le 5 juillet 1876, le foie d'un homme, filassier de son état, mort d'une fièvre typhoïde à l'âge de 35 ans, a été soumis à l'analyse. Ce foie pesait 1780 grammes. Après l'avoir coupé en morceaux, on l'a desséché dans une capsule de porcelaine et, après l'avoir mouillé avec 150 grammes d'acide sulfurique pur, on l'a chauffé jusqu'à ce qu'il fût carbonisé et qu'il ne se dégageât plus de fumée. On a obtenu 205 grammes d'un charbon brillant qui ne cédait à l'eau aucune trace de matières organiques.

» On a pulvérisé le charbon dans un mortier de porcelaine et on l'a fait bouillir avec de l'eau distillée et de l'acide azotique pur. Les liquides de lavage ont été évaporés, le fer a été peroxydé par le chlore gazeux et l'on a précipité la liqueur par un excès d'ammoniaque pure. Dans la liqueur filtrée, on a chassé l'ammoniaque par la chaleur et, après l'avoir acidulée par l'acide acétique, on a fait passer un courant de gaz hydrogène sulfuré. Il s'est formé un précipité blanc ayant l'apparence du sulfure de zinc.

» Le précipité de sulfure a été recueilli et dissous dans l'acide azotique. Dans la solution convenablement évaporée, on a obtenu soit par l'ammoniaque, soit par la potasse, des précipités blancs solubles dans un excès de réactif. L'azotate calciné dans une petite capsule de porcelaine a laissé un résidu, blanc à froid, qui devenait jaune-citron quand on le chauffait. L'oxyde ainsi obtenu donnait avec l'azotate de cobalt la coloration du vert de Rinmann.

» Le poids d'oxyde de zinc recueilli dans cette analyse s'est élevé à 2 centigrammes. Ce poids est un minimum, attendu que le charbon ne peut être épuisé que par des lavages prolongés à l'eau et à l'acide azotique.

» Le 28 juillet, le foie d'un cordonnier, mort phthisique, a été soumis à la même série d'opérations. On a obtenu un résultat identique au précédent.

» Ces faits, constatés sur des hommes ayant exercé des métiers différents, n'ont pas été considérés par nous comme le résultat d'un accident. Nous en avons conclu que nous devions retrouver du zinc dans le corps des animaux domestiques qui servent de nourriture à l'homme.

» Pour vérifier cette induction, 913 grammes du tissu musculaire d'un bœuf ont été traités par le procédé précédemment indiqué; on a extrait 3 centigrammes d'oxyde de zinc.

» Un foie de veau pesant 1050 grammes nous a fourni un résultat analogue.

» 18 œufs de poule ont été durcis et débarrassés de leur coque. Dans cet état ils pesaient 1152 grammes. Ils ont été carbonisés dans une capsule de porcelaine sans l'intervention d'aucun acide, et ils ont fourni 39 grammes d'un charbon spongieux et léger, d'où l'on a séparé 2 centigrammes d'oxyde de zinc.

» Les animaux se nourrissant de végétaux, nous avons été conduits à poursuivre la recherche du zinc dans ces derniers.

» La matière végétale a été desséchée et carbonisée directement, en l'absence de tout acide. Le traitement du charbon par l'acide azotique et la série des opérations suivantes ont été les mêmes que pour les charbons d'origine animale. Seulement le manganèse que l'on retrouve constamment avec le fer et le zinc rend la séparation de ce dernier métal plus pénible et plus délicate. Pour ne pas prolonger les traitements des charbons à l'acide azotique, nous les avons incinérés au moufle après le premier lavage; nous avons encore retrouvé du zinc dans les cendres. Nous avons toujours opéré sur 500 grammes à 1 kilogramme de graine ou sur un poids de feuilles, de tiges ou de racines donnant environ 500 grammes de matière sèche.

» Nous avons trouvé du zinc dans les graines de blé, de maïs américain, d'orge, de vesces d'hiver et de haricots blancs de Naples.

» Quand on a soumis les betteraves, les tiges de maïs, le trèfle vert et sa graine à la même série d'opérations, le sulfure séparé par l'hydrogène sulfuré n'a été ni assez pur ni assez abondant pour que nous ayons pu reproduire l'ensemble des réactions que nous avons jugées nécessaires pour caractériser le zinc. En conséquence, si ces végétaux contiennent du zinc, nous pouvons dire que la proportion en est beaucoup plus faible que dans les graines citées plus haut.

» Dans de semblables recherches, les chimistes doivent prendre de grandes précautions pour faire disparaître les doutes qui doivent prendre naissance dans leur esprit. Le zinc ne pourrait-il pas être apporté par l'eau distillée, par les réactifs ou même par la flamme du gaz léchant d'abord les supports et les brûleurs en laiton? (Cette dernière objection a été faite aux expériences qui ont eu pour résultat de découvrir la présence du cuivre dans les graines de certains végétaux.) Nous avons répondu à ces objections de la manière suivante :

» L'eau dont nous nous sommes servis a été distillée deux fois, d'abord dans un alambic en cuivre étamé, et ensuite dans un appareil en verre. On s'est assuré par l'analyse que le résidu de la distillation de 12 litres d'eau ne contenait pas de zinc.

» L'acide sulfurique employé a subi une distillation spéciale. D'ailleurs, à la suite de carbonisations faites sans acide sulfurique, du zinc a été retrouvé dans les œufs et dans diverses graines.

» L'acide nitrique et l'ammoniaque ont subi une analyse spéciale au point de vue de la recherche du zinc. De plus, en traitant un charbon déjà épuisé par des poids d'eau, d'acide nitrique et d'ammoniaque, égaux à ceux qui étaient employés d'ordinaire, on n'a pas séparé de sulfure de zinc par l'hydrogène sulfuré.

» Enfin nous avons dû aussi rester convaincus que le zinc n'était apporté ni par les supports, ni par les fourneaux à gaz, attendu que les betteraves, les tiges de maïs, le trèfle vert ont subi des traitements plus longs que les autres matières analysées; ces substances ont été chauffées sur les mêmes fourneaux et placées sur les mêmes supports, dans le même laboratoire; les liqueurs ont été évaporées dans les mêmes étuves. Les résultats négatifs obtenus dans ces divers cas ont dû nous faire écarter cette dernière cause d'erreur.

» En résumé, nous sommes conduits aux résultats suivants : Dans le foie de l'homme et, par suite, dans le reste de son organisme, il existe du zinc. Ce fait n'est pas accidentel, attendu que le même métal se retrouve dans le foie de veau, dans la chair du bœuf, dans les œufs de poule et dans les graines de blé, d'orge, de maïs, de haricots et de vesces d'hiver.

» Ces faits ont-ils une généralité complète et s'appliquent-ils à tous les terrains? C'est une question qui sera l'objet d'un travail spécial.

» Quoi qu'il en soit, les faits précédents ont déjà une grande importance, même au point de vue des recherches toxicologiques; et il ne suffirait plus de reconnaître la présence de très-petites quantités de

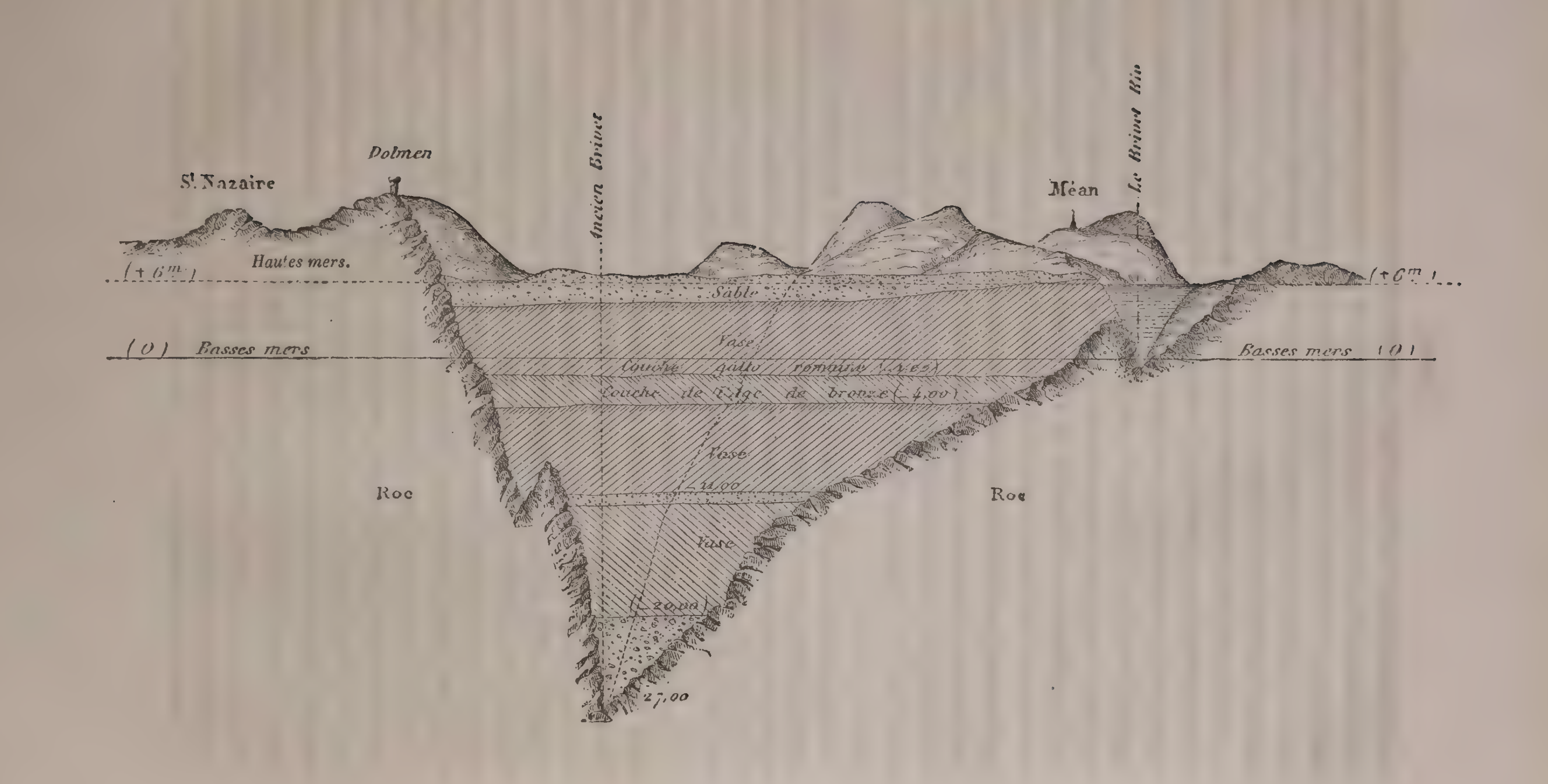
zinc, soit dans le foie d'un homme, soit dans les matières contenues dans son estomac ou dans ses intestins pour conclure à un empoisonnement. »

ARCHÉOLOGIE. — *Découverte d'un port gallo-romain et d'un port gaulois, datés par l'étude des couches de vase, dans le voisinage de Saint-Nazaire.* Note de M. **Al. Bertrand.**

(Commissaires : MM. Decaisne, de Quatrefages, Daubrée, P. Gervais, de la Gournerie.)

« Au mois d'août 1875, M. René Kerviler, ingénieur des Ponts et Chaussées, chargé de la construction du bassin à flot de Penhouët, près Saint-Nazaire, présentait au Congrès de l'association pour l'avancement des sciences, réuni à Nantes, un crâne humain extrait de la vase du bassin, à $9^{m},50$ de profondeur au-dessous du niveau actuel du littoral, à 4 mètres en contre-bas des basses mers (point *o* de la coupe et du plan annexé. Ce crâne, découvert en même temps que plusieurs autres malheureusement perdus, fut examiné par M. le Dr Broca. Ce dernier déclara que, par sa « dolichocéphalie prononcée, par le grand volume de » l'écaille occipitale, par l'ensemble de la conformation et particulièrement » par la forme de la courbe frontale, le crâne de Penhouët rentrait tout à » fait dans le type connu dit : *de la caverne de l'homme mort.* On trouve, » ajoutait le Dr Broca, dans les dolmens de la Grande-Bretagne et du nord » de la France, un grand nombre de crânes présentant des caractères » analogues, quoique déjà atténués. Tout permet donc de supposer que » ce crâne date au moins de l'époque néolithique (époque de la pierre » polie). » M. le Dr Lagneau fit remarquer, de son côté, que le crâne présenté par M. Kerviler se rapprochait de celui du *Mané-Beker-nos* ou *butte du crieur de nuit,* recueilli dans la presqu'île de Quiberon par le Dr Closmadeuc. Pour les membres de la Section d'Anthropologie du Congrès, il ne paraissait pas douteux que le crâne de Penhouët se rattachât aux races préhistoriques de la Gaule.

» L'intérêt qui s'attachait à ce précieux débris de squelette humain augmenta singulièrement quand, à la fin de 1875, sortirent de la même couche vaseuse, exactement au même niveau, une belle épée de bronze, un poignard de même métal et un manche de hache de pierre, semblable à ceux des dolmens, puis successivement une seconde épée de bronze, divers instruments en cornes de cerf aiguisées, des poteries, des pierres trouées



St. Nazaire
Dolmen
Ancien Brivet
Méan
Le Brivet Rio
(+6m.)
Hautes mers.
(0) Basses mers
Basses mers (0)
Sable
Vase
Couche gallo romaine
Couche de l'âge de bronze (-4,00)
Vase
-11,00
Vase
(-20,00)
27,00
Roc
Roc

ou incisées ayant évidemment servi d'ancres, enfin des troncs d'arbres et de nombreux débris d'animaux. Il devenait évident qu'à 4 mètres au-dessous des basses mers actuelles on était sur le fond d'une baie ayant servi de port aux habitants du rivage, dont les crânes découverts en 1874 déterminent le caractère ethnique.

» A quelle époque devait-on faire remonter ces vestiges d'une civilisation où la pierre polie se mêlait au bronze? Il était impossible de le dire. Personne ne s'était aventuré à proposer une date même approximative quand, le 9 octobre 1876, M. Kerviler me pria d'annoncer au Comité des sociétés savantes, dont il est correspondant, que le jeudi précédent (5 octobre), à $2^{m},50$ au-dessus de la couche de l'âge du bronze, à $1^{m},50$ par conséquent au-dessous des basses mers, il venait de trouver, au milieu de débris de poteries rouges incontestablement romaines, une monnaie (petit bronze) de Tetricus. L'empereur gaulois Tetricus fut battu par Aurélien en 274. $5^{m},50$ de vase recouvraient cette monnaie. Ces $5^{m},50$, qui ont mis seize cents ans à se déposer, représentent donc environ $0^{m},35$ de hauteur de vase par siècle.

» Les $2^{m},50$ inférieurs (¹) ne doivent pas, en conséquence, m'écrivait M. Kerviler, représenter plus de sept ou huit siècles. Il devient ainsi très-probable que sur la côte armoricaine, aux environs de l'embouchure de la Loire, des populations aux crânes typiques de l'âge de la pierre polie, usant d'instruments ou armes de pierre et de bronze vivaient, au plus, six cents ans avant l'ère chrétienne. Je crois ce résultat capital et décisif (²). »

» Au nom du Comité, comme en mon nom propre, j'encourageai vivement M. Kerviler à poursuivre ses recherches. Cependant, diverses objections sérieuses lui étaient adressées relativement à la nature des dépôts, à la compression des couches, à la possibilité de relèvement ou d'abaissement des côtes, à la perméabilité plus ou moins grande de la vase. M. Kerviler se mit à étudier dans son ensemble le phénomène de l'envasement de la baie de Penhouët. Cette étude l'a conduit à des résultats inattendus et de la plus haute importance. M. Kerviler est arrivé à démontrer que :

» 1° A l'origine et jusqu'à une époque relativement rapprochée de nous, les environs de Saint-Nazaire, entre la ville Halluard et Méans, y compris le grand bassin tourbier de la Brière motière, formaient une baie toute parsemée d'îles, à la manière du Morbihan. Le Brivet n'avait pas alors son embouchure en Loire à Méans, mais à Penhouët.

(¹) Séparant la couche romaine de la couche du bronze.

(²) Lettre du 9 octobre 1876.

» 2° Vers le ve siècle avant notre ère, l'anse de Penhouët était habitée par une population maritime. Diverses pierres de mouillage de ses bateaux, recueillies dans la vase, ne laissent aucun doute à cet égard. Cette population, au crâne dolichocéphale (allongé), vivait en même temps que l'aurochs et le cerf; elle se servait d'instruments en corne et en bronze, d'armes et d'instruments en pierre. Le fond de la baie était alors à environ 4 mètres au-dessous du niveau des basses mers [1].

» 3° Au IIIe siècle de notre ère, les mêmes rives étaient occupées par des Gallo-Romains. L'anse de Penhouët servait à nouveau de port. Ptolémée désigne ce port sous le nom de *Brivates portus* (Βριουάτης λιμήν) : le port du Brivet. Le fond de la baie était déjà à $1^{m},50$ seulement au-dessous des basses mers.

» 4° Vers le VIIIe siècle de notre ère, le Brivet, rencontrant un obstacle dans son lit vaseux de Penhouët, qui se trouvait alors à peu près au niveau des basses mers, se détourna de sa route ordinaire, à 2 kilomètres en amont de son embouchure, et vint se jeter à Méans. »

« M. **P. Gervais** ajoute aux détails présentés par M. Al. Bertrand, relativement aux résultats auxquels ont conduit les fouilles exécutées à Saint-Nazaire par M. Kerviler, qu'il a reçu en communication de ce dernier un certain nombre d'ossements retirés des mêmes dépôts. Ces ossements ont appartenu aux Mammifères dont les noms suivent : *Cheval; Porc; Chevreuil; Cerf élaphe; Mouton; Bœuf de grande taille,* comparable au *Bos primigenius; Bœuf de petite taille,* répondant au *Bos longifrons*, Owen, ou *Bos frontosus,* Nilsson, appelé *Bos primigenius brachyceros* par M. Rutimayer. Cette seconde variété, que l'on peut rattacher, de même que la précédente, à l'espèce de nos bœufs domestiques d'à présent (*Bos taurus*), a laissé de nombreux débris dans d'autres localités, appartenant à l'Europe méridionale ainsi qu'à l'Europe occidentale et septentrionale, dans des dépôts qui répondent principalement à l'époque néolithique et au premier âge du bronze. On l'a trouvée particulièrement dans les terramares de l'Italie. En France, elle se rencontre dans les assises préhistoriques des environs d'Abbeville, de Paris, etc., qui remontent à l'époque celtique; elle est plus commune en Angleterre, et M. Dawkins a montré qu'elle y vivait déjà antérieurement à l'occupation romaine. Elle existe encore de nos jours, surtout dans les pays de montagne, mais elle tend de plus en plus à s'y con-

---

[1] Ce port était vraisemblablement le *Corbilo* de Polybe, cité par Strabon.

fondre avec le bœuf ordinaire. Les petites races de Camargue et d'Algérie en diffèrent peu; le Bœuf de Bretagne s'en éloigne davantage; le Bœuf dont il y a des momies dans les catacombes égyptiennes est aussi dans ce cas. Elle est restée plus pure dans certaines parties de la Grande-Bretagne, principalement en Irlande, et aussi en Scandinavie.

» Avec ces ossements, provenant tous d'animaux de la classe des Mammifères, les travaux dirigés par M. Kerviler ont fait découvrir le rostre d'un poisson qui mérite d'être cité; ce poisson est l'Espadon (*Xiphias gladius*). »

VITICULTURE. — *Reconstitution du vignoble français par le sulfocarbonate de potassium.* Note de M. **P. Mouillefert.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« En considérant la marche constamment envahissante du Phylloxera et les terribles effets de son passage dans les régions viticoles, il y a malheureusement peu d'espoir, comme on le sait, de conserver des vignes productives, si on les abandonne à elles-mêmes.

» On sait aussi, par une triste expérience, que toutes les tentatives de reconstitution du vignoble dans les régions envahies ont échoué devant le retour offensif et certain de l'insecte dévastateur.

» Actuellement, à part la submersion, qui n'est applicable que dans un petit nombre de circonstances, deux moyens sont proposés pour combattre le Phylloxera : les vignes américaines, dites résistantes au parasite, comme porte-griffes, et le sulfure de carbone.

» Pour ce qui est du premier moyen, si l'on est d'accord pour une résistance relative, il n'en est pas de même au sujet de la résistance absolue qui est la seule nécessaire; de nombreuses et longues expériences sont encore nécessaires de ce côté.

» Quant au sulfure de carbone, il y a plusieurs manières de l'employer : soit à l'état pur, soit en mélange avec diverses substances, soit emprisonné dans certains matériaux (procédés Rohart et Laureau) dans le but de ralentir son évaporation, soit enfin à l'état de combinaison, comme dans les sulfocarbonates, d'où il ne se dégage que peu à peu.

» J'ai expérimenté à Cognac la plupart des manières d'employer ce produit [1], et j'ai été à même de constater les résultats obtenus avec les

---

[1] Voir *Mémoires des savants étrangers* publié l'année dernière.

autres; j'en ai acquis la conviction que, jusqu'ici, le meilleur moyen d'employer le sulfure de carbone, c'est encore à l'état de sulfocarbonate. Quand on emploie les pals distributeurs et autres procédés, vu la rapidité avec laquelle le sulfure de carbone s'évapore, sa diffusion dans le sol est toujours incomplète et il agit comme insecticide imparfait, quand il ne tue pas la vigne, ce qui nécessite de fréquentes applications suivies de fumures, sinon l'amélioration dans la végétation de la vigne se fait très-lentement.

» D'autre part, on reproche aux sulfocarbonates de coûter trop cher, et surtout d'exiger de l'eau pour leur emploi; l'objection est certainement sérieuse, mais on oublie que la solution de la question économique ne peut venir qu'après que l'efficacité du remède sera acceptée.

» Quoi qu'il en soit, d'après les résultats obtenus à Cognac au moyen des sulfocarbonates, même avec l'eau comme véhicule, les grands crus, les collections et les grapperies peuvent être mis à l'abri de la destruction. Quant aux crus ordinaires, on ne pourra malheureusement leur appliquer le remède qu'au fur et à mesure des progrès dans sa fabrication et dans son mode d'emploi.

» Le rôle des sulfocarbonates est multiple; ils peuvent, d'après les expériences de Cognac :

» 1° Rétablir un vignoble déjà très-affaibli par la maladie;

» 2° Faire vivre et maintenir productive une vigne déjà malade et qu'on a soumise au traitement dès les débuts de la maladie;

» 3° Permettre de reconstituer un vignoble.

» Mais je dois dire que le rétablissement des ceps très-malades ne me paraît pas économique; l'expérience m'a appris qu'en pareil cas il fallait, pendant les deux premières années, deux traitements annuels et que la guérison des ceps, qui suit la reconstitution du système radiculaire, exige toujours plusieurs années, pendant lesquelles les traitements sont très-coûteux et improductifs.

» Dès lors il ne reste donc, dans la généralité des cas, qu'à faire vivre les vignes avec un seul traitement annuel au début de la maladie, ou à reconstituer le vignoble.

» Cette question de la reconstitution du vignoble français au moyen des sulfocarbonates n'a pas échappé à M. Dumas. Dès que l'illustre Président de la Commission du Phylloxera connut l'efficacité de ce sel, il pensa de suite qu'on pouvait en tirer un grand parti dans le cas dont il s'agit.

Suivant ses idées, dès 1875, je commençai à Cognac une expérience dans ce sens.

» Dans une vigne de M. Thibaud, déjà fortement atteinte par le Phylloxera, on avait planté, en 1874, à l'extrémité d'une trentaine de lignes, à $1^m,50$ sur 1 mètre de distance, trois cents boutures de *folle-blanche*. L'année suivante, vu la proximité du Phylloxera, elles devaient être considérées comme entièrement envahies.

» On leur donna un premier traitement dans le courant de juin 1875, en mettant seulement 10 grammes de sulfocarbonate de potassium mélangés à 3 litres d'eau qu'on mit dans une excavation faite au pied de chaque plant.

» Ce remède produisit un effet très-sensible, et à la fin de l'année la plupart des boutures avaient près d'un mètre de longueur. Toutefois, dans le commencement du mois d'août, on donna encore un deuxième traitement identique au premier.

» L'année dernière, le réveil de la végétation fut on ne peut plus satisfaisant, et comme, à la fin de juin, on observait quelques insectes sur les jeunes racines, on donna un nouveau traitement composé de 5 litres d'eau et de 15 grammes de sulfocarbonate : à la fin de la végétation les pousses avaient de 1 mètre à $1^m,30$ de longueur; l'état de ces plants ne laissait rien à désirer.

» Cette année, la plupart de ces plants auront déjà quelques raisins, et l'année prochaine tout fait espérer qu'on pourra faire une petite récolte.

» La dépense des deux traitements de la première année a été d'environ $7^{fr},50$; soit par bouture environ $2\frac{1}{2}$ centimes.

» Celui de l'année dernière a été d'environ 6 francs, soit donc par plant 2 centimes.

» Mais je dois faire observer que, grâce aux traitements, la reprise des plants a été plus assurée et la croissance avancée de plus d'un an, comparée avec ce qui se passe dans les circonstances ordinaires.

» La plantation espacée qui permettrait de prendre le pied de vigne pour unité dans le traitement pourrait être, dans le cas présent, avantageusement essayée, notamment dans les sols riches. Pour diminuer le prix du traitement, il faudrait aussi, autant que possible, choisir des terrains où l'on pourrait avoir de l'eau à proximité et à volonté pendant l'hiver et pendant l'été. Ne pourrait-on rétablir, par ce procédé, que quelques

milliers d'hectares de vignes, ce serait toujours autant de rendu à la production.

» Aussi je ne saurais donc trop recommander aux viticulteurs, après M. Dumas, de tenter la reconstitution de leurs vignobles par les sulfocarbonates. »

VITICULTURE. — *Résultats obtenus dans le traitement des vignes phylloxérées par les sulfocarbonates alcalins, appliqués au moyen du pal distributeur.* Note de M. F. GUEYRAUD.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Le traitement des vignes phylloxérées était, depuis l'invasion, l'objet de ma préoccupation constante. Aussi, dès que les études de la station viticole de Cognac eurent fait reconnaître les propriétés toxiques du sulfure de carbone et des sulfocarbonates alcalins, je recherchai les moyens d'en opérer l'application économique.

» Il fallait d'une part, réduire le volume des matières à employer, et, d'autre part, éviter toute opération culturale nécessitant un mouvement de terre; car, outre la dépense qu'elle eût entraînée, elle eût rendu la surface du sol plus perméable aux vapeurs toxiques, et augmenté leur déperdition dans l'atmosphère.

» Ce problème, je l'ai résolu en 1875, par l'invention du *pal distributeur*, instrument dans lequel j'ai réuni, sous une forme pratique, le réservoir du toxique, le distributeur calibré, l'organe perforateur servant de conduit au toxique, ainsi que le moyen de le faire rapidement pénétrer dans le sol.

» Cet outil consiste en un tube en fer creux, terminé par une pointe mobile E; ce tube est relié à un petit cylindre appelé *distributeur* D, portant un appendice latéral C formant pédale. A la partie supérieure du cylindre se trouve adapté le réservoir B d'environ deux litres de capacité; celui-ci est lui-même surmonté d'une poignée A formant la gaîne d'un ressort à boudin destiné à agir sur une tige en fil de fer, terminée d'un côté par un bouton F, et portant à l'autre extrémité deux clapets qui sont destinés à fermer les orifices du distributeur.

» Le forage du trou se fait au moyen du pied appuyant sur la pédale, comme dans le louchet. La main, du côté opposé au pied qui fonctionne, tient l'outil par la poignée, pendant que l'autre main, tenant la bretelle qui longe le réservoir, guide la descente du pal dans le sol.

» Dès que le pal a pénétré, la main servant de guide, devenue libre, exerçant une pression sur le bouton, fait ouvrir le clapet inférieur et fermer le clapet supérieur en l'amenant sur son siége. Il ne peut s'écouler que le liquide contenu dans la capacité du distributeur.

» En cessant la pression sur le bouton, le ressort ramène le clapet inférieur à sa position d'obturateur, et le distributeur, mis en communication avec le réservoir, se remplit de nouveau.

» En tirant sur la bretelle, l'ouvrier relève légèrement l'outil (de 5 à 10 centimètres) sans le sortir du trou : il se forme une chambre dans laquelle la dose du toxique contenue dans le tube s'écoule en passant par l'orifice annulaire qui existe entre le pal et sa pointe mobile. (Ce jeu doit être de 1 millimètre environ.)

» Lorsque l'écoulement est terminé, l'ouvrier retire le pal et tasse fortement, avec le talon, la terre à l'orifice du trou, pour le boucher hermétiquement avant de passer à un nouveau forage.

» Dix secondes environ suffisent pour cette manœuvre, si les clapets, convenablement réglés, donnent un écoulement rapide; la course de la tige doit être de 2 à 3 centimètres.

» Un petit trou, percé au haut du pal, permet à la pression atmosphérique d'agir à l'intérieur du tube sur le liquide distribué et d'en précipiter l'écoulement. Il sert, en même temps, à signaler de suite l'obturation de l'orifice d'écoulement, si cet accident fort rare venait à se produire.

» Dans les traitements effectués sous ma direction, j'ai donné la préférence au sulfocarbonate de potassium, parce qu'il présente le sulfure de carbone dans une combinaison où il ne saurait être dangereux ni pour la vigne, ni pour les ouvriers qui l'emploient et que, sous cette forme, on incorpore au sol une quantité de potasse qui ne peut qu'être utile à la vigne.

» Au printemps 1876 (d'avril à juillet), j'ai pu m'assurer, dans le traitement de plusieurs parcelles de vignes d'un tiers d'hectare chacune, que, quarante-huit heures après l'application du sulfocarbonate, les deux tiers des Phylloxeras étaient tués; après trois jours, quoique encore visibles, ils étaient tous morts; enfin, après cinq jours, dans la saison chaude, ils sont entièrement décomposés et on ne les voit plus.

» Dans les applications de l'automne 1876, en saison humide, les Phylloxeras conservèrent plus longtemps leur aspect naturel, quoique détruits

aussi énergiquement que dans la saison chaude. Il a été fait, sous mon contrôle, des traitements sur 10 hectares environ dans le seul canton de Valensole que j'habite.

» J'ai pu m'assurer que le moment le plus favorable au traitement est le lendemain d'un jour de pluie. L'humidité qui imprègne alors la surface du sol, outre qu'elle favorise la pénétration du pal, emprisonne les vapeurs toxiques résultant de la décomposition du sulfocarbonate par l'acide carbonique de l'atmosphère souterraine, et, à mesure que cette humidité descend, elle comprime les vapeurs et les oblige à se répandre dans tous les interstices du sol.

» Dans les terrains perméables où l'outil dépose le toxique de 40 à 50 centimètres de profondeur, j'ai reconnu que les trous pouvaient être distants de 1 mètre les uns des autres, et la dose réduite à 10 grammes par mètre carré.

» Si le terrain est plus compacte et que les racines soient superficielles, il faut multiplier le nombre de trous en les rapprochant les uns des autres, sans qu'il y ait nécessité d'augmenter la dose de toxique par hectare. On ajoute au sulfocarbonate un volume d'eau proportionnel au nombre de trous supplémentaires que l'on veut faire.

» Le retour de nouvelles migrations rend indispensable la périodicité des traitements; mais nous savons d'une manière certaine qu'un vignoble périodiquement débarrassé du Phylloxera s'améliore et reprend sa production normale. Les viticulteurs peuvent donc entrer résolûment dans l'application des insecticides au traitement de leurs vignes phylloxérées. En employant le sulfocarbonate de potassium concentré, subtance dont on a trop longtemps méconnu ou négligé les précieuses qualités, ils assureront la conservation de leur capital, et ils rétabliront, en peu de temps, la production de leurs vignobles.

» Le traitement, au moyen duquel ces résultats sont acquis, peut se résumer de la manière suivante :

» 1° Faire en toute saison, mais quand une pluie récente permet la pénétration du pal à 25 centimètres au moins de profondeur, une application générale de 10 grammes de toxique, dans un trou, par mètre carré;

» 2° Faire, comme traitement de conservation, deux applications par an, l'une générale à l'automne, avec 100 kilogrammes de matière par hectare et un trou par mètre carré; l'autre, au printemps, au pied de chaque cep, avec 25 kilogrammes de sulfocarbonate concentré par hectare.

» La dépense du traitement général se compose, par hectare :

Main-d'œuvre de 10000 trous à 1fr,50 le 1000	15fr,00	75fr,00
100 kilogrammes de sulfocarbonate de potassium à 60 francs les 100 kilogrammes	60,00	

» Celle du traitement partiel :

Main-d'œuvre de 3000 à 4000 trous	5,00	20,00
25 kilogrammes de sulfocarbonate de potassium	15,00	
Ensemble annuellement par hectare		95,00

» Ce traitement apporte au sol 26 kilogrammes de potasse, soit l'équivalent de la consommation d'une récolte de 26 hectolitres de vin. On s'explique, dès lors, la régénération si rapide des vignes traitées par cette substance, puisqu'elles y trouvent le toxique qui détruit le Phylloxera, le remède qui panse les plaies des racines et la nourriture qui réconforte la souche. »

« M. **Dumas** pense qu'il ne conviendrait pas d'adopter, d'une manière trop absolue, les doses qui se sont montrées efficaces dans les terrains très-perméables du diluvium ancien, qui forment le sol du canton de Valensole. Il conseillerait de doubler, au moins, les doses ci-dessus, pour satisfaire aux exigences des terrains moins perméables. Il ajoute que le prix de 60 francs les 100 kilogrammes pour le sulfocarbonate de potassium est loin d'être le prix définitif; les progrès dont cette fabrication est susceptible, et qu'elle aurait dû faire depuis longtemps, permettront aux viticulteurs de se procurer ce sel au prix de 45 francs les 100 kilogrammes et peut-être au-dessous.

» Les deux traitements annuels coûteraient alors :

» Pour la main-d'œuvre	20fr,00	132fr,50 par hectare.
» Et pour 250 kilogrammes de sulfocarbonate de potassium à 45 francs	112fr,50	

» Cette quantité de sulfocarbonate apporterait au sol 52 kilogrammes de potasse équivalant aux besoins, en potasse, d'une récolte de 52 hectolitres de vin.

» En tenant compte de la réduction prochaine du prix du sulfocarbonate, le dosage à 125 kilogrammes ne représenterait plus qu'une dépense de 76fr,25 par hectare.

» C'est entre ces deux limites de 76fr,25 et 132fr,50 par hectare que se trouverait comprise la dépense du traitement de la vigne phylloxérée, suivant la nature des terrains et la nécessité d'y appliquer des doses plus ou moins considérables de ce produit.

» Mais ces questions sont l'objet d'une étude attentive et pratique sur

divers points de la France. L'expérience seule pourra démontrer que, pour tout vignoble de quelque valeur, on possède en effet, dès à présent, une méthode de traitement applicable en toute saison, et propre à opérer la destruction du Phylloxera et la régénération de la vigne. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur un nouveau mode de fabrication des sulfures, des carbonates et des sulfocarbonates alcalins;* par M. C. VINCENT.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« La préparation des sulfures alcalins en grande quantité par les procédés ordinaires est, comme on le sait, longue et coûteuse, soit qu'on opère la réduction des sulfates alcalins par le charbon à haute température, soit qu'on traite les solutions alcalines caustiques par l'acide sulfhydrique.

» La première méthode donne difficilement des produits d'une pureté convenable, en raison de l'action corrosive qu'exercent les sulfures alcalins fondus sur les briques des fours dans lesquels on opère. Quant à la seconde méthode, elle est longue et très-onéreuse industriellement.

» Ayant eu l'occasion de voir préparer des quantités considérables de baryum, par la réduction du sulfate de baryte par le charbon, directement, sur la sole de fours à réverbère chauffés par les flammes réductrices de l'oxyde de carbone, j'ai été frappé de la simplicité de l'opération, et j'ai cherché à utiliser le sulfure de baryum à la préparation des sulfures alcalins, si difficiles à obtenir; l'expérience a pleinement confirmé mes espérances.

» Si l'on fait dissoudre un équivalent de sulfate de potasse dans l'eau à la température de l'ébullition, et si l'on fait tomber peu à peu, dans le liquide agité et bouillant, du sulfure de baryum en quantité convenable pour y mettre un équivalent de sulfure réel, on obtient une liqueur contenant un équivalent de sulfure de potassium, tandis que le sulfate de baryte formé se précipite, et peut être séparé par simple filtration. Si les dosages ont été rigoureusement faits, la liqueur ne renferme ni sulfure de baryum ni sulfate de potasse. En prenant le liquide ainsi obtenu, à la place d'eau, pour dissoudre une nouvelle quantité de sulfate de potasse, on peut ainsi, par une nouvelle addition de sulfure de baryum, obtenir une solution plus concentrée de sulfure de potassium.

» Ces lessives de sulfure de potassium, étant traitées par l'acide carbonique, donnent du carbonate de potasse qui reste en dissolution, le soufre se trouvant éliminé à l'état d'acide sulfhydrique qui se dégage. Par une

évaporation à sec de la liqueur carbonatée, on obtient du carbonate de potasse.

» On peut donc ainsi préparer facilement le carbonate de potasse au moyen du sulfate, sans avoir recours au procédé de Leblanc, si délicat pour la potasse, et dont le rendement dans ce cas est bien moins considérable.

» Cette nouvelle méthode trouve son application économique dans les distilleries de betteraves fabriquant et raffinant le salin. Le sulfate de potasse obtenu par le raffinage peut être ainsi facilement transformé en sulfure, par l'action du sulfure de baryum, et l'acide carbonique produit par la fermentation des jus sucrés sert, sans dépense, à traiter les lessives de sulfure de potassium pour les changer en carbonate de potasse.

» Le sulfure de potassium étant, dès lors, obtenu d'une façon certaine et économique, j'ai pensé à l'utiliser pour la fabrication du sulfocarbonate de potasse, dont le prix est jusqu'ici élevé. Il m'a suffi d'agiter en vase clos, selon le procédé de M. Dumas, avec du sulfure de carbone, la solution de sulfure de potassium obtenue comme je viens de l'exposer, convenablement concentrée, et de chauffer le mélange vers 50 degrés, pour obtenir du sulfocarbonate de potasse renfermant 15 pour 100 de sulfure de carbone.

» Des expériences, faites avec les produits industriels, ont démontré que le sulfocarbonate de potasse renfermant 15 pour 100 de sulfure de carbone pouvait, même avec le prix excessif et anormal du sulfure de carbone, être livré à la viticulture au prix de 50 francs les 100 kilogrammes.

» Une grande usine du Nord, qui a compris toute l'importance de cette fabrication du sulfocarbonate de potasse, vient de disposer un matériel convenable pour préparer ce produit par le procédé que je viens d'exposer; et elle est, dès maintenant, en mesure de livrer, à raison de 50 francs les 100 kilogrammes, telle quantité de sulfocarbonate de potasse, à 15 pour 100 de sulfure de carbone, que la viticulture demandera. Ce prix sera abaissé d'une façon très-notable lorsque, pour une production importante, l'usine fabriquera le sulfure de carbone, comme elle a l'intention de le faire.

» Je crois donc que la nouvelle méthode de fabrication des sulfures alcalins, et en particulier du sulfure de potassium, intéresse, non-seulement l'industrie de la potasse de betteraves, en permettant la transformation complète et économique du sulfate de potasse en carbonate, mais aussi la viticulture, à laquelle l'industrie livrera le sulfocarbonate de potasse à un prix que les procédés jusqu'ici mis en œuvre n'ont pas permis d'atteindre. »

M. L. **Paillet**, M. E. **Guillemaud**, M. **Setti**, M. V. **Fusina** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. J. **Cernesson** adresse un Mémoire relatif au chauffage des wagons.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, pour une Communication analogue de M. E. Guitard.)

M. **Villié** adresse une Note relative à l'erreur que l'on commet en supposant la différence des logarithmes proportionnelle à celle des nombres.

(Renvoi à l'examen de M. Puiseux.)

M. A. **Haller** adresse une Note relative à l'action de la chlorhydrine chromique sur l'anthracène.

Aux faits déjà signalés par lui, l'auteur en ajoute quelques autres, desquels il conclut que, dans le cas de l'anthracène, CrO^2Cl^2 ne produit son maximum d'effet comme oxydant qu'autant qu'il se trouve en présence de corps auxquels il puisse céder son chlore, comme l'acide acétique, le chloroforme, etc. Dans aucune des conditions où il s'est placé, il n'a pu constater la formation, soit d'un dérivé chloré de l'anthracène, soit d'un dérivé chloré de l'anthraquinone.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. E. **Maumené** prie l'Académie de vouloir bien soumettre à l'examen d'une Commission ses Notes « Sur un élément nouveau de la détermination des chimi-calories ».

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Berthelot, Desains.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *E. Allard*, portant pour titre : « Mémoire sur l'intensité et la portée des phares, comprenant la description de quelques appareils nouveaux, ainsi que des études sur la transparence des flammes,

la vision des feux scintillants et la transparence nocturne de l'atmosphère ». Ce travail est publié par ordre de M. le Ministre des Travaux publics;

2° L'Année scientifique, de M. *L. Figuier*, comprenant le tableau complet du mouvement des Sciences pour l'année 1876;

3° Une brochure de M. *G. Tissandier*, intitulée : « Les poussières de l'air »;

4° Un opuscule de M. *B. de Chancourtois*, portant pour titre « Note sur le réseau pentagonal d'Élie de Beaumont, lue à la Société géologique le 1er avril 1875 ».

M. W. Scott adresse à l'Académie un certain nombre d'exemplaires des « Chemical and phisical Researches, de *Graham* ».

ASTRONOMIE. — *Liste de trente nébuleuses nouvelles, découvertes et observées à l'Observatoire de Marseille;* par M. E. Stephan.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une nouvelle liste de trente nébuleuses, que j'ai découvertes, puis observées avec précision, comme les précédentes, à l'aide du télescope Foucault de $0^m,80$.

» Le nombre de nos nébuleuses actuellement publiées se trouve ainsi porté à 185.

» Les 125 premières figureront dans l'édition complétée du Catalogue de J.-F.-W. Herschell, qui va paraître incessamment, par les soins de M. Dreyer, de l'Observatoire de Birr-Castle, en Irlande.

Positions moyennes pour 1877,0.

N° d'ordre.	Étoile de comp.	Ascensions droites.	Distances polaires.	Description sommaire.
		h m s	° ′ ″	
1	*a*	1.21.10,60	92.32.57,4	1 et 2 ont à peu près le même aspect. Toutes deux sont excess. excess. faibles et petites, rondes, condensation centrale. 2 un peu moins faible que 1.
2	*a*	1.21.32,62	92.30.55,8	
3	*b*	1.59.11,68	46. 0.51,8	Excess. excess. faible, forme d'un mince fuseau à 45° avec le méridien; longueur, 1′,5 env.; léger noyau de condensation. Observ. diff.
4	*c*	2. 4.29,53	46. 0.42,0	Excess. excess. faible et petite, ronde, condensation centrale graduelle.
5	*d*	2.24.56,09	55. 3. 3,8	Exc. exc. faible, un peu ovoïde, gr. diam. = 1′,25 environ, faible condens. à peu près centrale.
6	*e*	2.31.37,87	101.33.35,1	Excess. excess. faible, très-petite, ronde, pas de condensation (à peine observable).
7	*e*	2.31.41,11	101.32.24,6	Plus faible que 6, très-petite, ronde, un petit point de condensation centrale.
8	*f*	2.41.11,89	85.52.34,6	Excess. excess. faible (tr.-diff. à obs.), petite, ronde, D = 0′,7, traces de condensation.
9	*f* et *g*	2.41.48,66	85.56.10,2	Excess. faible, excess. excess. petite, ronde, belle condensation centrale, précédée de 2s par une étoile 13e sur même parallèle.

N° d'ordre.	Étoile de comp.	Ascensions droites.	Distances polaires.	Description sommaire.
		h m s	° ′ ″	
10	*h*	2.52.16,74	100.50.39,3	10 et 11 sont excess. excess. faibles, très-petites, rondes avec un peu de condensation centrale, 10 un peu moins faible que 11.
11	*h*	2.52.11,26	100.51.26,5	
12	*i*	3.24. 8,69	95.57.50,1	Excess. excess. faible et petite, ronde, condensation centrale, suite de 2s,2 une étoile 13e.
13	*j*	3.54.49,09	67.12.48,5	Excess. excess. faible, excess. petite, irrégulièrement arrondie, légère condensation, une très-petite étoile se projette sur la nébuleuse.
14	*k*	3.58.22,39	64.55.45,0	Excess. excess. faible et petite, ronde, condensation centrale assez marquée, paraît résoluble.
15	*l*	4.22.14,81	95.27.13,8	Excess. faible et petite, ronde, paraît résoluble.
16	*m*	4.48.12,07	86.55.59,9	Très-faible et très-petite nébulosité enveloppant une étoile 11e.
17	*n*	5. 8.18,65	100.46.12,1	Très-faible et très-petite, ronde, légère condensation centrale.
18	*o*	5.57.41,25	99.43.46,8	Tr.-légère nébulosité enveloppant une étoile 12e.
19	*p*	7. 1.20,16	45.20.52,6	Excess. excess. faible, très-petite, irrégulière, allongée.
20	*q*	7.27. 6,24	56.54.43,0	Excess. excess. faible, excess. petite, enveloppe plusieurs très-petites étoiles.
21	*r*	7.29.30,56	71.50.46,0	Excess. faible, excess. excess. petite, condensation centrale.
22	*s*	7.38.34,65	50.40.17,8	22 et 23 sont deux petits noyaux nébuleux excess. excess. faibles, 23 est beaucoup plus faible que 22 et touche en S une très-petite étoile.
23	*s*	7.38.37,07	50.41.17,3	
24	*t*	7.59.56,34	50.29.19,2	Excess. faible, très-petite, trace de condensation.
25	*t*	8. 0.52,61	50.31.16,4	Faible, petite, ronde, condensation centrale.
26	*u*	8. 3.49,90	64.25.54,8	26 et 27 sont excessivement excess. faibles, à peine observables, excess. petites, rondes, 26 est la plus faible des deux.
27	*u*	8. 3.52,10	64.27.30,6	
28	*v*	8. 4.56,13	86. 0. 8,7	Excess. faible et petite, ronde, condensation centrale bien marquée.
29	*w*	8.11.58,72	68. 9.58,6	Excess. excess. faible et petite, ronde, faible condensation centrale.
30	*x*	8.14.19,27	70.27.51,1	Excess. excess. faible, très-petite, irrégulière, aspect vaporeux, touche une étoile 13e.

Nota. — L'une des nébuleuses 1 ou 2 est peut-être identique avec l'une des deux 332, 333 J.-F.-W. Herschell.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1877,0.

⋆.	Noms des étoiles.	Ascensions droites.	Distances polaires.	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
a	343 W. (A. C.), H. I.	1.21.42,13	92.37.22,9	Cat. Weisse.
b	425 Arg.Z. + 43°	1.58.16,16	46. 1. 1,5	1 observation méridienne.
c	451 Arg.Z. + 43	2. 6.34,78	45.59.39,5	1 obs. mérid.
d	473 Arg.Z. + 34	2.28.50,69	55. 3.15,7	1 obs. mérid.
e	Anonyme.	2.30. 8,04	101.30. 7,3	1 obs. mérid.
f	449 Arg.Z. + 4	2.43.35,74	85.53.15,4	1 obs. mérid.
g	388 Arg.Z. + 3	2.42.47,16	85.57.16,3	1 obs. mérid.

★.	Noms des étoiles.	Ascensions droites.	Distances polaires.	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
h	875 W. (A.C.), H. II.	2.50.58,21	100.52.14,4	1 obs. mérid.
i	391 W. (A.C.), H. III.	3.23.20,31	95.58.38,9	Cat. Weisse.
j	610 Arg.Z. + 22	3.51. 3,56	67.14.55,5	1 obs. mérid.
k	671 Arg.Z. + 25	3.57.29,79	64.53.59,4	1 obs. mérid.
l	386 W. (A.C.), H. IV.	4.19.39,54	95.26. 4,1	Cat. W.
m	716 Arg.Z. + 3	4.50.32,72	86.54.33,8	C. W. (A.C.), n°1080, H. IV.
n	135 W. (A.C.), H. V.	5. 7.33,53	100.46.52,9	Cat. W.
o	1556 W. (A.C.), H. V.	6. 1. 8,77	99.43.33,3	Cat. W.
p	1596 Arg.Z. + 44	7. 2.21,66	45.19.28,3	1 obs. mérid.
q	1554 Arg.Z. + 33	7.28.18,24	56.53.32,0	1 obs. mérid.
r	1670 Arg.Z. + 18	7.28. 8,39	71.52.38,6	1 obs. mérid.
s	2012 Arg.Z. + 39	7.41. 9,50	50.41.34,8	1 obs. mérid.
t	2062 Arg.Z. + 39	8. 1.37,61	50.33.24,4	1 obs. mérid.
u	1872 Arg.Z. + 25	8. 4.40,40	64.27.18,6	1 obs. mérid.
v	1920 Arg.Z. + 4	8. 3.14,06	86. 1.51,1	1 obs. mérid.
w	1798 Arg.Z. + 21	8. 8.18,87	68.12.48,5	1 obs. mérid.
x	2004 Arg.Z. + 19	8.17.44,49	70.26. 1,4	2 obs. mérid.

ÉLECTROCHIMIE. — *Note sur une modification à apporter dans l'emploi de l'électricité considérée comme agent de dépôts galvaniques et de décompositions chimiques;* par M. Arn. Thenard.

« Tous les savants et les industriels qui sont familiarisés avec les machines électromagnétiques savent que le maximum de travail du moteur qui les anime correspond au moment où le courant est le mieux fermé, et le minimum à celui où il est le plus ouvert.

» En réfléchissant à ce phénomène, nous avons pensé que l'électrolyse pouvait en tirer des avantages nouveaux. Jusqu'ici, en effet, quand on veut opérer un dépôt métallique ou une décomposition chimique, on se contente d'un seul bain convenablement constitué et dans lequel plongent deux anodes plus ou moins rapprochées, c'est-à-dire qu'on se place dans des conditions voisines tout à la fois de la moindre résistance électrique et du maximum d'effort. Mais en est-il de même quand, au lieu d'un seul, on multiplie les bains, en ayant soin de relier leurs anodes comme on fait des éléments d'une pile montée en tension?

» C'est cette expérience que nous avons réalisée et qui nous a donné des résultats utiles.

» La machine magnéto-électrique dont nous avons fait usage est une toupie de Gramme du plus petit et plus ancien modèle et à aimant perma-

nent du système Jamin. Le moteur est une petite machine Lenoir.

» Le liquide qui a servi à constituer les bains a été composé de 125 parties de sulfate de cuivre, autant d'acide sulfurique concentré et 1000 parties d'eau. Le nombre de tours imprimé à la toupie a été de 1200 à 1300 à la minute.

» Les anodes immergées dans chaque bain comptaient trois plaques de 166 centimètres carrés, placées parallèlement et en face les unes des autres. Les plaques extrêmes, distantes de 2 centimètres de la plaque médiane, ont fonctionné positivement pendant que celle-ci, fonctionnant négativement, s'est chargée sur ses deux faces du cuivre abandonné par ses voisines.

» Le nombre des bains, qui, au début, s'élevait à seize, a été successivement réduit à un. Un galvanomètre sollicité par une faible dérivation a indiqué les divers états du courant; enfin un voltamètre qui, au moins une fois par heure, était mis en fonction, a permis de s'assurer que rien ne se dérangeait dans l'expérience.

» Cela établi, on a débuté en faisant fonctionner l'appareil pendant une heure; au bout de ce temps, on a pris le poids exact des anodes médianes : sur toutes il s'était formé un dépôt fixe, régulier et fortement adhérent.

» L'expérience de mesure a alors commencé; elle a consisté à faire passer le courant pendant vingt minutes dans les seize bains, puis au bout de ce temps dans quinze, et ainsi de suite, de vingt en vingt minutes, jusqu'à ce que les seize bains aient été épuisés.

» Cependant, chaque fois qu'on supprimait un bain, on s'empressait d'en retirer l'anode centrale, de la laver, de la sécher et de la peser.

» Voici le tableau des résultats :

Tableau des résultats.

Numéros des bains.	Durée d'immersion.	Augmentation du poids de chaque anode.	Gain par anode et par vingt minutes.	Poids total du cuivre déposé en vingt minutes.
	h m			
16 bains ...	0.20	1,210	1,210	19,360
15 » ...	0.40	2,445	1,222	18,330
14 » ...	1.00	3,725	1,241	17,374
13 » ...	1.20	5,085	1,271	16,523
12 » ...	1.40	6,495	1,299	15,588
11 » ...	2.00	7,995	1,332	14,652
10 » ...	2.20	9,535	1,362	13,620
9 » ...	2.40	11,155	1,394	12,546
8 » ...	3.00	12,775	1,419	11,352
7 » ...	3.20	14,535	1,453	10,171

Numéros des bains.	Durée d'immersion.	Augmentation du poids de chaque anode.	Gain par anode et par vingt minutes.	Poids total du cuivre déposé en vingt minutes.
6 bains...	3h.40m	16,270	1,480	8,880
5 » ...	4.00	18,040	1,500	7,500
4 » ...	4.20	19,990	1,540	6,160
3 » ...	4.40	22,000	1,570	4,710
2 » ...	5.00	24,140	1,610	3,280
1 » ...	5.20	26,290	1,640	1,640

» D'après ce tableau, on voit que, dans les limites de l'expérience, la totalité du cuivre déposé dans le même temps augmente avec le nombre des bains, quoique les anodes de chacun d'eux se chargent d'une moins grande part de métal. Cependant, en construisant les deux courbes des sommes et des différences, on trouve que toutes deux donnent très-approximativement des lignes droites.

» L'effort mécanique, au contraire, s'est accru très-sensiblement avec la diminution du nombre de bains, et les peignes électriques de la toupie se sont brûlés davantage.

» En opposition à cette expérience, qui du reste a été plusieurs fois répétée, nous avons monté les anodes non plus en tension, mais en quantité : le résultat prévu s'est produit, c'est-à-dire que la somme des dépôts a été constante, quel qu'ait été le nombre des anodes; seulement la qualité du dépôt s'est améliorée avec leur multiplicité. Cette amélioration s'était déjà manifestée dans l'expérience principale.

» Nous avons aussi décomposé de l'eau, du chlorure de potassium en dissolution, de l'alcool potassé dans les mêmes conditions; mais là les choses se sont modifiées ou au moins resserrées dans des limites bien plus étroites.

» Quelles sont les lois qui président à ces actions?

» Il serait aujourd'hui imprudent de les formuler; mais tout donne à penser que la suite du travail les fera clairement apparaître. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Nouvelle méthode pour établir l'équivalent en volumes des substances vaporisables.* Note de M. L. Troost.

« Un certain nombre de chimistes ont nié qu'il y eût des composés dont l'équivalent correspondrait à 8 volumes. Ils admettent, *a priori*, que l'équivalent des composés organiques correspond toujours à 4 volumes, et lorsqu'ils trouvent une densité de vapeur qui répondrait à 8 volumes,

ils en concluent que le corps soumis à l'expérience est décomposé.

» Pour savoir s'il en est réellement ainsi, j'ai expérimenté sur un composé, l'hydrate de chloral, qui a un point d'ébullition parfaitement fixe et dont la densité de vapeur peut être observée à basse température.

» M. Dumas, après avoir, il y a plus de quarante ans, par la détermination de la densité de vapeur du chloral anhydre, montré, le premier, comment on doit fixer la formule des composés neutres volatils, a pris la densité de vapeur de l'hydrate de chloral et obtenu le nombre 2,76; il en a conclu que ce composé est formé de 4 volumes de vapeur de chloral et de 4 volumes de vapeur d'eau sans condensation [1]. L'équivalent de l'hydrate de chloral $C^4HCl^3O^2$, H^2O^2 correspondrait donc à 8 volumes de vapeur (densité théorique 2,86).

» Dans ces derniers temps, M. Naumann ayant repris la détermination de cette densité de vapeur à 78 et à 100 degrés et ayant obtenu à ces deux températures le même nombre 2,82, très-voisin de celui de M. Dumas, n'a pas hésité à en conclure que l'hydrate de chloral ne peut à ces températures prendre l'état gazeux sans se décomposer complétement en 4 volumes de vapeur de chloral et 4 volumes de vapeur d'eau [2].

» Cette conclusion n'étant pas appuyée par la démonstration rigoureuse que l'on est en droit d'exiger dans les questions de cette importance, j'ai recherché une méthode qui permît d'établir, par des expériences directes, si la vapeur fournie par l'hydrate de chloral à 78 et à 100 degrés est réellement un mélange de 4 volumes de vapeur de chloral et de 4 volumes de vapeur d'eau, ou si, au contraire, cette vapeur est un composé stable représentant 8 volumes.

» Dans le premier cas, la vapeur dont la force élastique est F doit se conduire comme un gaz humide, mélange de volumes égaux de gaz sec et de vapeur d'eau ayant chacun une force élastique $\frac{F}{2}$. Dans le second cas, c'est-à-dire s'il n'y a pas eu décomposition, la vapeur devra se comporter comme un gaz sec ayant une tension F. La question est donc ramenée à ce problème en apparence très-simple : reconnaître si un gaz est sec ou humide.

---

(1) **Dumas**, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LVI, p. 132 et 136, année 1834.

(2) **Naumann**, *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. IX, p. 822.

» L'emploi des corps desséchants, comme le chlorure de calcium, semble au premier abord permettre de résoudre le problème, mais on rencontre ici une difficulté qui limite le nombre des substances susceptibles d'être utilisées : ces corps dégagent en général beaucoup plus de chaleur que le chloral en se combinant avec la vapeur d'eau : ils s'empareront en conséquence de l'eau, que celle-ci soit libre ou combinée. On ne pourra avoir recours à une de ces substances que le jour où l'on aura préalablement reconnu, par des mesures directes, qu'elle dégage moins de chaleur que le chloral en se combinant avec la vapeur d'eau pour former un hydrate dont la stabilité ait été démontrée dans les conditions où l'on opère.

» Obligé de renoncer pour le moment à l'emploi de ces corps, j'ai trouvé dans les phénomènes de dissociation de composés convenablement choisis une méthode générale qui permet de reconnaître si une vapeur est un simple mélange ou si elle est formée par un composé défini. L'étude de la vapeur émise par l'hydrate de chloral sera un premier exemple de l'application de cette méthode.

» Introduisons dans la vapeur fournie par l'hydrate de chloral un sel hydraté dont la tension de dissociation f ait été préalablement déterminée et trouvée par exemple inférieure à la tension $\frac{F}{2}$; si l'hydrate de chloral est décomposé, le sel se trouvera en présence d'une proportion de vapeur d'eau plus grande que celle qu'il peut émettre, à la même température : il ne se dissociera donc pas, de sorte qu'après l'introduction du sel hydraté la tension totale de la vapeur contenue dans l'appareil n'aura pas changé : elle sera restée égale à F.

» Si, au contraire, l'hydrate de chloral existe à l'état de vapeur non décomposée, le sel devra se dissocier comme dans un gaz sec; la tension totale devra par suite augmenter et tendre vers la somme de la force élastique de l'hydrate de chloral et de la tension de dissociation du sel, c'est-à-dire vers $F + f$. Elle l'atteindrait même si la loi des mélanges des gaz et des vapeurs était rigoureusement exacte, et si le sel en partie déshydraté ne pouvait avoir aucune action sur l'hydrate de chloral; en tous cas elle surpassera F.

» Le sel que j'ai employé est l'oxalate neutre de potasse $2KO,C^4O^6 + 2HO$. Il m'était naturellement désigné, grâce aux expériences de M. Berthelot [1] :

---

[1] BERTHELOT, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 128.

en effet, le sel sec ne dégage que peu de chaleur (1^c,6) en s'unissant à 2 équivalents d'eau (solide). Cet oxalate neutre a d'ailleurs une tension de dissociation qui est notable tout en restant très-éloignée de la tension maximum de la vapeur d'eau à la même température, condition indispensable pour que la loi des mélanges des gaz et des vapeurs puisse s'appliquer au moins approximativement.

» Les expériences ont été faites avec l'appareil d'Hofmann; on a opéré successivement à 78 et à 100 degrés; la tension de dissociation de l'oxalate hydraté était, à ces températures dans l'air, 53 et 182 millimètres.

» On a fait pénétrer dans l'appareil un poids d'hydrate de chloral connu, susceptible de s'y vaporiser en totalité; la tension est devenue très-vite constante et égale à 117^{mm},5. On a alors introduit 1 centimètre cube environ d'oxalate neutre de potasse hydraté. Si le sel s'était trouvé en présence d'un mélange de vapeur de chloral et de vapeur d'eau ayant chacune une tension $\frac{117,5}{2} = 58^{mm},75$, il ne devait pas se dissocier puisque la tension de la vapeur d'eau qu'il pouvait émettre ne dépassait pas 53 millimètres. La force élastique des gaz contenus dans l'appareil ne devait donc pas augmenter, elle devait rester égale à 117^{mm},5. Or on constata qu'elle augmentait peu à peu et ne devenait stationnaire que lorsqu'elle avait atteint 164^{mm},5, c'est-à-dire qu'elle s'était accrue de 47 millimètres; elle se serait accrue de 53 millimètres au lieu de 47 si la loi de mélange des gaz était rigoureusement exacte, et si l'hydrate de chloral n'avait pas lui-même une faible tension de dissociation à cette température.

» Le sel hydraté se dissocie donc dans la vapeur d'hydrate de chloral sensiblement comme dans un gaz sec.

» Les expériences faites à 100 degrés conduisent à la même conclusion.

» En résumé : l'hydrate de chloral peut, contrairement à l'opinion de M. Naumann, exister à l'état de vapeur à 78 et à 100 degrés, et par suite son équivalent en volumes correspond à 8 volumes.

» La même méthode générale sera appliquée à l'étude des vapeurs fournies par un grand nombre de composés, et en particulier par les sels ammoniacaux. »

M. H. Sainte-Claire Deville présente, à propos de la Note de M. Troost, les observations suivantes :

« Lorsque Gay-Lussac et Thenard ont publié leurs analyses organiques, et particulièrement l'analyse des acides, ils en ont exprimé les résultats

en nombres qui représentent des centièmes de l'unité, sans avoir pu se prononcer sur les rapports qui pouvaient exister entre les nombres bruts et les équivalents des éléments de la matière organique.

» Lorsque Berzélius analysa les combinaisons de ces matières organiques, et principalement les sels anhydres formés par les acides avec l'oxyde de plomb, il donna en même temps la méthode qui convient le mieux pour établir l'équivalent des matières organiques acides. Il fournit en même temps à la Science un moyen de contrôle pour les analyses, contrôle qui a été si précieux pour la discussion des formules.

» Lorsque M. Liebig appliqua l'analyse organique perfectionnée, telle que nous la pratiquons aujourd'hui, à l'étude des matières neutres, il ne put, comme Gay-Lussac et Thenard, que donner à la Science les résultats bruts de ses déterminations, c'est-à-dire la composition en centièmes de ces matières neutres.

» Enfin, lorsqu'il y a plus de quarante ans M. Dumas détermina la densité de vapeur du chloral, il inventa une méthode, la seule qui existe encore aujourd'hui et permette de fixer l'équivalent des substances volatiles qui ne se combinent, comme le chloral, ni aux bases ni aux acides. Il trouva en même temps un procédé de contrôle qui permit de rectifier bien des formules inexactes ou compliquées attribuées alors aux matières neutres.

» Mais, en même temps, M. Dumas prit la densité de vapeur du chloral hydraté, il en publia les résultats, sans commentaires et sans hypothèses. Il la trouva composée de 4 volumes de chloral et de 4 volumes de vapeur d'eau, sans condensation, en conformité avec la grande loi des volumes de Gay-Lussac. Il admit donc implicitement que l'hydrate de chloral, la première matière de ce genre, représente 8 volumes de vapeur.

» Depuis, l'attention des chimistes fut, je ne sais pourquoi, exclusivement portée sur les matières organiques représentant 4 volumes de vapeur. On se pressa de généraliser et l'on admit que toute substance volatile, quelle qu'elle fût, ne pouvait représenter que 2 volumes quand elle est simple, ou 4 volumes de vapeur quand elle est composée.

» Il est vrai qu'alors comme aujourd'hui, pour beaucoup de chimistes, l'oxygène, le soufre, le sélénium, le tellure, le phosphore, l'arsenic, et peut-être d'autres encore, qui se combinent avec des volumes doubles ou sextuples d'hydrogène, étaient considérés comme représentant 1 volume de vapeur. C'était gênant : on doubla leurs équivalents, on admit encore que leurs densités de vapeur étaient ou mal prises ou susceptibles de se modi-

fier par l'action des températures élevées, ce qui ne se vérifia pas, et l'on passa outre.

» Quant aux corps qui représentent 8 volumes de vapeur, comme le sel ammoniac, le cyanhydrate d'ammoniaque, en général les sels volatils, on s'en tira encore, en supposant qu'ils étaient dissociés au moment où l'on en déterminait la densité de vapeur.

» J'eus beau me récrier sur la différence essentielle qui existe entre la décomposition des corps et leur dissociation, laquelle n'est qu'une décomposition partielle et continue, comme celle de la vapeur d'eau : il s'établit dans la Science une idée arrêtée, méprisant les opinions et surtout, ce qui est grave, les faits qui la contredisent, idée d'après laquelle toute matière volatile ne peut représenter que 2 ou 4 volumes de vapeur, sans plus ni moins.

» C'était là une hypothèse pure et simple, minée par les faits, les raisonnements de toute sorte, mais qu'on admit comme une loi, en faisant une sorte de cercle vicieux. On appela *densité de vapeur normale* toute densité qui conduit à 2 ou 4 volumes, et aujourd'hui on appelle *densité anomale* toute densité qui correspond à 8 volumes. La règle (*νόμος* ou *norma*) s'est donc établie on ne sait comment et s'est substituée dans l'esprit d'un grand nombre à une hypothèse dont on a oublié le peu de valeur scientifique.

» Il y a bien des cas où les corps se dissocient réellement, comme le perchlorure de phosphore, et les belles expériences de M. Cahours permettent aujourd'hui de déduire toutes les tensions de dissociation de cette substance. Mais il faut se rappeler qu'un phénomène physique seul peut permettre dans la plupart des cas de déterminer si une vapeur, à une température donnée, peut être considérée comme une combinaison de deux éléments ou un simple mélange des mêmes éléments. Ce sont des considérations de ce genre qui ont guidé M. Bonstetten, par la constatation des raies d'absorption, M. Berthelot, par ses déterminations de chaleur de combinaison ou de dissolution, dans l'analyse de phénomènes du même ordre qui se passent dans les liquides au lieu de se passer dans les vapeurs, comme ceux dont je m'occupe en ce moment.

» Eh bien, M. Troost, dans ce beau travail, donne une méthode nouvelle fondée sur une propriété physique inexploitée pour arriver à la connaissance de ce qu'il y a de plus intime dans l'état de la vapeur, à savoir si elle est un mélange ou une combinaison, et je constate ici avec un grand bonheur que ses résultats donnent raison d'une manière éclatante à la méthode expérimentale et à la sagesse des conclusions de M. Dumas. »

CHIMIE — *Sur l'oxydation des sulfures métalliques.* Note MM. **Ph. de Clermont** et **H. Guiot.**

« Dans le travail sur le sulfure de manganèse, que nous avons présenté précédemment à l'Académie, nous avons signalé l'oxydation violente que subit le sulfure de manganèse encore humide, si l'on vient à le comprimer et à le pulvériser. Cette observation nous a suggéré l'idée d'étudier d'autres sulfures métalliques oxydables, afin de voir si le même fait se produirait.

» Nous avons pris du sulfure ferreux obtenu par précipitation du sulfate de protoxyde de fer par le sulfhydrate d'ammoniaque. Ce sulfure a été bien lavé et débarrassé mécaniquement de la partie supérieure légèrement oxydée; il a été ensuite fortement comprimé, puis pulvérisé entre les doigts. Après quelques instants, la température s'est élevée graduellement, et finalement le thermomètre marquait 50 degrés, pour 10 grammes de matière environ. En même temps, il y a eu dégagement de vapeur d'eau.

» Si l'on répète la même expérience sur le sulfure de nickel, l'oxydation paraît encore plus rapide et plus violente. Aussitôt la pulvérisation opérée, il y a production de chaleur, la température passe rapidement de 15 à 60 degrés, et l'on observe une production de vapeur d'eau.

» Avec les sulfures de cobalt, de cuivre et de zinc, l'oxydation n'est pas assez vive pour donner lieu à ce phénomène de chaleur.

» Les faits que nous exposons, et que nous n'avons trouvés nulle part décrits dans les Traités de Chimie, sont faciles à reproduire et permettront de faire voir, même sous forme d'expérience de cours, l'extrême oxydabilité de certains sulfures métalliques. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Décomposition des substances organiques liquides par l'étincelle électrique, avec production des carbures d'hydrogène fondamentaux.* Note de M. **P. Truchot**, présentée par M. Berthelot.

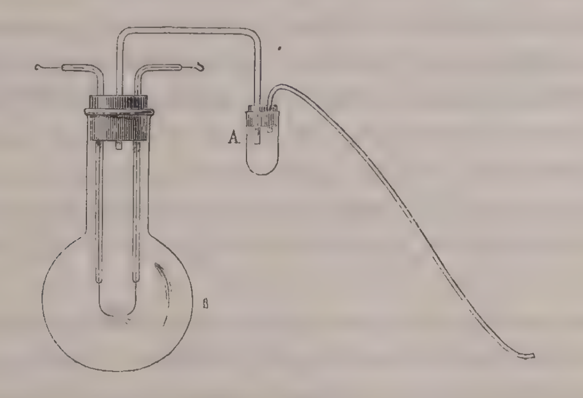
« En méditant les travaux de M. Berthelot sur la formation des carbures d'hydrogène, j'ai été frappé de cette conclusion à laquelle arrive, entre autres, l'éminent chimiste, à savoir que, dans la décomposition pyrogénée des substances organiques, « une première analyse, presque ultime, tend » à ramener les principes originels à l'état des quatre carbures fondamen- » taux acétylène, éthylène, méthyle et formène, $(C^2H)^2$; $(C^2H^2)^2$; $(C^2H^3)^2$

» et C^2H^4, lesquels se recombinent aussitôt pour former par synthèse » tout le système des carbures pyrogénés ».

» J'ai essayé de donner une nouvelle démonstration expérimentale de ce fait si intéressant, en produisant les carbures fondamentaux dans des conditions où ils ne peuvent se recombiner pendant l'instant qui suit leur formation : je demande à l'Académie la permission de lui soumettre mes premières expériences sur ce sujet.

» A l'aide d'une bobine d'induction, on fait passer une série d'étincelles électriques dans l'*intérieur* d'une substance organique *liquide,* par exemple un carbure d'hydrogène, de l'éther, etc., et cela au moyen de la disposition suivante.

» Un ballon B, qui contient le liquide, est fermé par un bouchon percé de trois trous ; deux d'entre eux donnent passage à des tubes de verre



capillaires, contenant des fils de platine pour produire l'étincelle dans le sein du liquide ; le troisième reçoit un tube abducteur.

» Lorsque les étincelles jaillissent, un gaz se dégage, plus ou moins abondant suivant la nature du liquide ; il est recueilli sur le mercure ; chaque bulle qui prend naissance s'élève aussitôt dans le liquide et est immédiatement soustraite à l'action de la chaleur produite par l'étincelle : ce sont là les conditions recherchées pour que les carbures fondamentaux, s'ils se produisent réellement, ne puissent se recombiner ensuite, comme cela arrive, lorsqu'un mélange de gaz ou une vapeur traverse un tube chauffé au rouge.

» Il y a toutefois une précaution à indiquer. Comme les gaz produits par cette dissociation du liquide pourraient se dissoudre dans celui-ci et être ensuite soumis à l'action de l'étincelle, on chauffe le liquide à une

température voisine de son point d'ébullition, et, d'autre part, pour ne pas introduire trop de vapeur dans le gaz recueilli, on interpose sur le trajet de ce gaz un tube A, refroidi au besoin, pour condenser cette vapeur. Le liquide obtenu en A est lui-même chauffé à la fin de l'opération, pour en extraire le gaz qu'il a pu dissoudre.

» Les liquides très-volatils comme l'hydrure d'amylène $C^{10}H^{12}$, l'amylène $C^{10}H^{10}$, l'éther $C^8H^{10}O^2$, donnent une assez grande quantité de gaz, un litre par exemple en une heure; ceux qui sont plus fixes en donnent moins. Le mélange gazeux obtenu a été analysé, par les méthodes indiquées depuis longtemps et résumées tout récemment par M. Berthelot. La vapeur du liquide mis en expérience a été enlevée par des absorbants, soit au début, soit dans le cours de l'analyse.

» Dans tous les cas examinés, j'ai obtenu de l'acétylène, $(C^2H)^2$ ou C^4H^2; de l'éthylène, $(C^2H^2)^2$ ou C^4H^4; du formène, C^2H^4, et de l'hydrogène, sans autres carbures plus condensés, c'est-à-dire contenant plus de 4 équivalents de carbone. Le formène était probablement mélangé d'une certaine quantité d'hydrure d'éthylène (méthyle), $(C^2H^3)^2$ ou C^4H^6, le quatrième carbure fondamental de M. Berthelot. Je n'oserais cependant l'affirmer, bien que j'aie quelque raison de l'admettre à la suite d'analyses basées sur l'emploi de l'alcool absolu comme absorbant. Je compte revenir sur ce point et décider la question en opérant sur de grandes quantités de gaz.

» Les carbures forméniques (extraits des pétroles), qui sont des carbures saturés, ne fournissent aucun dépôt de charbon pendant la décomposition, si l'on a soin de chauffer le liquide comme il a été dit. L'amylène donne une faible trace de carbone. Mais les carbures qui sont loin d'être saturés, comme l'essence de térébenthine et surtout les carbures benzéniques, la benzine et le toluène, produisent, comme il fallait s'y attendre, un dépôt de carbone, en outre des carbures fondamentaux. Les substances oxygénées, comme l'alcool, l'éther, les aldéhydes, ne donnent pas trace de charbon; mais, outre les carbures simples, on obtient de l'oxyde de carbone, sans acide carbonique ni vapeur d'eau.

» Bien des questions se sont présentées à la suite de ces essais : j'espère pouvoir en résoudre quelques-unes prochainement et les soumettre au jugement de l'Académie. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de filons de bitume dans le granite des environs de Clermont-Ferrand.* Note de M. A. JULIEN, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On sait que l'origine des bitumes naturels est encore l'objet de controverses. Quelques géologues, plus frappés de leur gisement exclusif dans les terrains sédimentaires, les envisagent comme un produit d'altération de matières organiques. Par contre, d'autres observateurs, accordant une importance décisive à la présence de carbures d'hydrogène dans les émanations des cratères, à leur préférence pour les régions volcaniques et faillées, à leur réalisation par voie de synthèse, voient en eux des substances minérales et les considèrent comme un apport de la profondeur. En particulier, le bitume d'Auvergne paraît bien avoir une telle origine. Ce bitume, en effet, s'élève au jour à travers les failles nombreuses qui accidentent le terrain tertiaire de cette région. Il pénètre de ses filons multipliés les grès éocènes, qui forment le substratum des collines calcaires de la vallée de l'Allier et qui reposent directement sur le granite sans interposition d'autres terrains. Il suinte le long des parois des cheminées volcaniques d'où sont sortis les basaltes. Il est en outre associé à des substances filoniennes, telles que la barytine au plateau de Saint-Martial, la chalcédoine dans les wackes du Puy-de-Crouël et de Pont-du-Château, l'arragonite, la giobertite et la mésotype, comme je l'ai demontré depuis longtemps au célèbre Puy-de-la-Poix. Son ascension, en ce point, est facilitée en outre par la sortie d'une eau minérale sulfureuse, riche en chlorure, en bromure et en iodure de sodium et présentant des traces d'acide borique. Mais voici un fait nouveau et remarquable qui doit faire cesser toute incertitude, en ce qu'il fournit la preuve décisive que le bitume d'Auvergne est une substance exclusivement minérale et qu'il s'élabore dans les profondeurs du globe.

» La voie ferrée qui est actuellement en cours d'exécution, de Clermont à Tulle, s'élève graduellement, dans son trajet de Royat-les-Bains à Votrie sur les flancs du plateau granitique qui limite à l'ouest la plaine de la Limagne. Ce chemin de fer pénètre par des tranchées profondes dans le cœur des contre-forts granitiques qui dominent le village de Chamalières. Or, dans l'une de ces tranchées, on peut aujourd'hui observer sur les parois cristallines, hautes de 10 à 15 mètres, un réseau de veines et de filons remplis de bitume. Cette substance y est parfois noire et molle et tapisse de rides ondulées les parois des fentes. Sur certains points, les veines,

dont l'épaisseur varie de quelques lignes à 2 ou 3 centimètres, sont remplies d'un asphalte, solide, brillant, à éclat résineux, à cassure conchoïdale; sa couleur est brunâtre ou brun noirâtre. On le prendrait à première vue pour du silex résinite brun, si commun à Gergovia ; mais il fond facilement à la température de l'eau bouillante et brûle avec une flamme claire, d'une odeur forte et caractéristique.

» Voilà, il nous semble, un gisement digne d'être révélé, en ce qu'il est unique en Europe, si nous exceptons la découverte faite récemment en 1873, par M. Igelström, de matière bitumineuse dans le gneiss et micaschiste de la province de Wermland, dans la Suède occidentale. Le bitume d'Auvergne a donc une origine exclusivement minérale, puisqu'il nous arrive des régions infra-granitique.

» Le remplissage des veines bitumineuses du granite de Chamalières complète heureusement la série des phénomènes volcaniques qui ont eu pour théâtre ce plateau cristallin, qui sépare la vallée de l'Allier de celle de la Sioule, son affluent, et qui ont amené l'apparition des masses trachytiques du Puy-de-Dôme, de Clierzon, de Sarconi et du Puy-Chopine, aujourd'hui démantelées, ravinées et sculptées par les érosions de la période diluvienne, la création de 70 volcans à cratères et l'émission de leurs coulées de laves, au début de l'époque actuelle, phénomènes qui se continuent de nos jours par des effluves d'acide carbonique et la sortie des eaux thermales de Saint-Nectaire et de Châtelguyon, qui sourdent au travers du granite et qui ont déposé et déposent encore à la surface des masses puissantes d'arragonite et de travertin. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles expériences sur l'action toxique attribuée au cuivre et aux substances contenant du cuivre en combinaison.* Note de M. **Galippe**, présentée par M. Vulpian.

« Dans un Mémoire présenté à l'Institut en 1875, j'ai cherché à démontrer : 1° que les sels de cuivre (¹) administrés à haute dose dans les aliments ne produisaient pas d'autres symptômes que de violents vomissements; 2° que lorsqu'on administrait ces mêmes sels de cuivre à des doses progressives, de façon à ne pas produire de vomissements, les animaux mis en expérience ne semblaient aucunement souffrir de l'introduction journalière et à dose considérable, dans leur économie, de ces corps réputés

(¹) Sulfate, acétates, lactate, citrate, malate, tartrate, oxalate, oléate, etc.

toxiques. Les faits que j'ai publiés ont été confirmés depuis par la clinique et par l'expérimentation.

» En 1857 et en 1858, M. le professeur Pélikan, ainsi que ses élèves, MM. Daletzki et Szumowski, ont démontré, par l'analyse chimique, que l'on pouvait faire bouillir et laisser refroidir des aliments dans des vases de cuivre et que ces aliments ne contenaient que des traces insignifiantes de ce métal. *M. Daletzki déclare que de tels aliments ne peuvent jamais occasionner d'intoxication.* De tous les aliments, c'est la choucroute qui exerce sur le cuivre l'action la plus dissolvante, et cependant des chiens nourris pendant toute une semaine avec de la choucroute, *mise en ébullition et refroidie dans des vases de cuivre*, n'ont pas présenté les moindres signes d'intoxication.

» Des expériences analogues ont été répétées par deux savants français (voir *Archives de Physiologie*, janvier 1877). MM. Burq et Ducom ont nourri des chiens, pendant plus de cinquante jours, avec des aliments cuits et refroidis dans des vases de cuivre, préalablement amorcés par du vinaigre et du chlorure de sodium. En dépit de la couche de vert-de-gris existant sur les parois du poëlon, les animaux n'ont jamais présenté de phénomènes d'intoxication. Il manquait à ces expériences une consécration capable de leur donner une portée décisive : elles n'avaient jamais été répétées sur l'homme. J'ai entrepris de combler cette lacune et j'ai fait pour cela des expériences sur moi.

» Depuis plus d'un mois je fais usage de mets (viandes, poissons, légumes, etc.) préparés dans des vases de cuivre avec ou sans vinaigre; ces mets sont consommés immédiatement ou vingt-quatre ou trente-six heures après leur préparation. Dans ce dernier cas, lorsque les aliments dans la confection desquels entre du vinaigre ont séjourné pendant vingt-quatre heures dans un vase de cuivre, ils sont recouverts, principalement sur les bords, d'une matière verte, complexe et mal définie, appelée improprement *vert-de-gris*, dans laquelle les corps gras colorés en vert dominent; de tels aliments, consommés froids ou chauds, en ayant soin de ne pas rejeter les composés cuivriques dont nous avons parlé, n'ont produit sur nous aucun symptôme particulier. Craignant d'avoir une immunité individuelle, nous avons répété cette expérience sur les personnes qui nous entourent et qui s'y sont spontanément prêtées après avoir assisté à nos premiers essais.

» Les résultats ont été les mêmes.

» Nous poursuivons ces recherches; toutefois, nous avons cru que ces

premières données étaient de nature à confirmer les conclusions que nous avions tirées de notre travail, et nous les soumettons au jugement de l'Académie. »

EMBRYOGÉNIE. — *Note sur les premiers phénomènes du développement de l'Oursin* (Echinus miliaris); par M. **A. Giard**.

« Les importantes controverses auxquelles a donné lieu l'étude du premier développement de l'œuf des Echinodermes m'ont engagé à entreprendre cet hiver une série de recherches sur l'Oursin commun des côtes du Boulonnais (*Psammechinus miliaris*). J'avais pour terme de comparaison en certains points difficiles les œufs de l'Étoile de mer (*Asteracanthion rubens*). La ponte des deux espèces cesse vers la fin de mars.

» Les méthodes que j'ai employées sont, d'une part, l'examen direct, d'autre part, les préparations colorées. Ces dernières sont surtout très-utiles pour l'observation des *figures caryolytiques* (Auerbach) ou *amphiasters* (H. Fol). J'ai obtenu d'excellents résultats par l'usage de l'acide acétique, du carmin ammoniacal et de l'acide picrique, en faisant agir ces réactifs successivement et à doses très-faibles. Les préparations ainsi obtenues sont fort belles, mais malheureusement ne peuvent se conserver au delà de quelques jours.

» L'œuf de l'*Echinus miliaris* possède, outre l'enveloppe muqueuse, une membrane vitelline très-mince, et cela même avant la fécondation, ainsi que l'ont affirmé O. Hertwig et Perez pour des espèces voisines. Peu de temps avant la maturité, la vésicule germinative présente le réticulum caractéristique des vieux noyaux. Le nucléole renferme un nucléolinus irrégulier. Quand l'œuf est mûr, la vésicule germinative quitte le point central et entre en régression. Ses éléments, mêlés à ceux du nucléole, forment une masse amœboïde à contours plus ou moins déchirés, qui atteint bientôt la périphérie du vitellus où elle se divise en deux parties en produisant une figure caryolytique. L'un des asters se dirige vers le centre de l'œuf et prend très-rapidement la forme d'un noyau arrondi. C'est ce noyau que O. Hertwig considère comme étant la tache germinative, laquelle aurait échappé à la transformation qui atteint la vésicule germinative. Nous l'appellerons, avec H. Fol, *pronucléus femelle*. Ce noyau m'a toujours semblé un peu plus petit que le nucléole de l'œuf, observation qui me paraît se concilier difficilement avec l'opinion de O. Hertwig. De plus, j'ai fréquemment rencontré des œufs où la tache de Wagner n'était plus visible et où le pronucléus

femelle ne présentait pas encore nettement l'aspect nucléaire. D'autre part, il est inexact de dire que le *pronucléus femelle* n'a aucun lien génétique avec le nucléole de l'ovule, puisque la substance de ce nucléole, mêlée à celle de la vésicule germinative, sert à la formation du premier amphiaster, lequel donne naissance au pronucléus femelle.

» En examinant sans réactifs un grand nombre d'œufs récemment pondus et non encore fécondés, on observe des faits très-intéressants. L'œuf présente deux petits cumulus d'un protoplasme plus clair que le reste de la masse vitelline. Ces deux cumulus peuvent être placés d'une façon variable l'un par rapport à l'autre, mais très-généralement ils sont situés aux extrémités d'un même diamètre. L'un d'eux prend naissance aux dépens de l'aster frère du pronucléus femelle; cet aster forme une figure caryolytique inégale dont le petit aster devient le cumulus en question; ce cumulus produit enfin le premier globule polaire; le second naît ensuite du premier. Les globules polaires sont très-petits chez l'Oursin et de plus ils disparaissent fort rapidement; enfin ils ne s'écartent pas beaucoup de la surface du vitellus; il est donc possible qu'ils aient échappé chez le *Toxopneustes lividus*, même à un observateur aussi exercé que O. Hertwig.

» J'ai dit qu'on devait prendre pour faire ces observations des œufs récemment pondus (la ponte peut être provoquée à volonté de plusieurs manières); les mêmes phénomènes s'observent aussi cependant sur les œufs pris directement dans la glande génitale, mais en opérant ainsi on s'expose à une cause d'erreur. On entraîne en effet très-fréquemment avec le liquide de la cavité périviscérale un certain nombre des éléments amœboïdes qui nagent dans ce liquide, et ces éléments, en se fixant à la surface de la membrane vitelline, laquelle est intimement appliquée sur le vitellus, peuvent simuler des cumulus vitellins ou même des globules polaires. On évitera toute confusion en prenant des œufs pondus et les suivant pas à pas pendant quelque temps au moment de la fécondation.

» Aussitôt que l'œuf est mis en contact avec les spermatozoïdes, ces derniers s'appliquent par leur tête sur toute la périphérie de la membrane et impriment à la sphère vitelline un mouvement de gyration très-rapide. La membrane vitelline, jusque-là très-voisine de la surface du vitellus, s'en écarte peu à peu et, par suite, le second cumulus, dont le sommet adhère à la membrane, s'étire en un cône reliant le vitellus à la surface. Comme on ne voit aucun spermatozoïde pénétrer entre la membrane vitelline et le vitellus, autour duquel il existe un vaste espace clair, j'incline à penser que le second cumulus sert au passage du spermatozoïde, soit que le sommet

du cône aboutisse à un pore de la membrane, soit, ce qui me paraît plus probable, que l'acte fécondateur consiste essentiellement dans une diffusion du protoplasme mâle à travers la membrane au point où celle-ci est directement en contact avec le protoplasme femelle, c'est-à-dire au sommet du cumulus.

» Bientôt le cône protoplasmique reliant la membrane au vitellus se détache de la membrane et rentre dans la masse vitelline; en employant les substances colorantes, l'œuf présente alors trois noyaux, deux situés vers un pôle de l'œuf, l'autre au pôle opposé. Des deux premiers, l'un superficiel est le noyau qui, en se divisant, forme les globules polaires, l'autre profond est le pronucléus femelle; le noyau formé au pôle opposé et d'abord superficiel est le pronucléus mâle qui, partant du point où se trouvait le cumulus de fécondation, se dirige vers le centre de l'œuf à la rencontre du pronucléus femelle avec lequel il entre en conjugaison pour former le premier noyau de segmentation. Je ne pense pas que le nucléole du pronucléus mâle puisse être considéré comme une tête de spermatozoïde non modifiée.

» Il me semble que les nombreux spermatozoïdes fixés sur la membrane de l'œuf et dont le rôle paraît nul ne sont cependant pas sans influence sur l'acte de la fécondation. Le mouvement gyratoire qu'ils impriment à l'œuf, mouvement si facile à constater chez les Échinodermes, les Ascidies et un grand nombre d'autres animaux, concourt peut-être à favoriser la marche des deux *pronuclei* vers le centre de l'œuf. J'ai souvent remarqué que les œufs qui n'avaient pas tourné pendant quelque temps se développaient irrégulièrement et quelquefois même n'entraient pas en évolution embryonnaire.

» L'existence d'un cumulus de fécondation est-elle spéciale aux Échinodermes? M. le professeur de Lacaze-Duthiers, dans sa splendide monographie du Dentale, figure chez l'œuf de ce Mollusque un mamelon situé au pôle opposé aux globules polaires et qui pourrait bien avoir la même signification que le cumulus de l'Oursin. Toutefois l'éminent zoologiste déclare qu'il ne pourrait affirmer si ce mamelon est visible avant l'arrivée des spermatozoïdes.

» Chez l'Étoile de mer ordinaire, le cumulus de fécondation est plus difficile à voir que chez l'Oursin, mais en revanche les globules polaires sont beaucoup plus apparents, et leur naissance présente plus nettement le tableau d'une division cellulaire à produits inégaux. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le système nerveux colonial de la* Bowerbankia imbricata *Johnst.* Note de M. L. **Joliet**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En 1860, Fritz Müller découvrit dans le tronc et les branches de la *Serialaria Coutinhii* un réseau de cordons avec renflements ganglionnaires reliant les différentes parties de la colonie. Il en fit un *système nerveux colonial*, destiné selon lui à transmettre les sensations ou à produire les mouvements des différents individus.

» Bientôt M. Smitt et M. Claparède trouvèrent quelque chose d'analogue chez les Cheilostomes, et dès lors la théorie du système nerveux colonial fut acceptée presque par tous.

» Fritz Müller a décrit sous le nom de *système nerveux colonial*, dans la *Serialaria Coutinhii* F. M., un ensemble composé des parties suivantes :

» 1° Un cordon central qui, parcourant dans sa longueur chacun des articles de la tige, se divise à son sommet en autant de branches que cet article fournit de ramifications ;

» 2° Des ganglions granuleux qui se trouvent à la base des branches aussi bien qu'à la base des zoécies ;

» 3° Un plexus, superposé au cordon central et reliant entre eux les ganglions des branches et ceux des zoécies ;

» 4° Un nerf qui se rend du ganglion basilaire des zoécies au bourgeon et à l'intestin du polypide adulte.

» Toutes ces parties sont aussi nettes dans la *Bowerbankia imbricata* (Johnst.), abondante à Roscoff, qu'elles peuvent l'être dans la *Serialaria Coutinhii*, forme d'ailleurs très-voisine.

» Voici les résultats de mes recherches sur cette espèce :

» Le cordon central, dont l'histologie avait été négligée par Fritz Müller, se compose de grandes cellules fusiformes pointues aux extrémités, plus ou moins renflées au milieu, contenant non pas un noyau net, mais des granules réfringents isolés ou agrégés en nombre très-variable. Ces cellules, qui sont toutes dirigées longitudinalement et dont le contenu change suivant les différentes régions du cordon ou à la même place suivant l'époque où on les examine, n'ont rien de commun avec aucun élément nerveux connu. Les acides, et particulièrement les acides chlorhydrique et osmique sont les réactifs les plus propres à les déceler.

» Le plexus ne diffère en rien d'essentiel du cordon central dont il dépend ; il possède la même structure. Ses branches, au lieu de se rendre

à quelque endroit spécial ou à quelque organe, aux muscles rétracteurs ou extenseurs par exemple, se portent le plus souvent vers des points indéterminés des parois de la loge, où assurément il n'y a ni mouvement à produire ni sensation à percevoir, et, au lieu d'y former quelque chose d'analogue à une terminaison nerveuse, elles se confondent avec l'endocyste auquel elles se soudent par une large surface.

» Quant aux ganglions, Fritz Müller ne leur a évidemment donné ce nom que parce que, s'arrêtant aux apparences, il n'en a pas compris la véritable structure.

» Au niveau des articulations se trouvent en effet des diaphragmes dont l'auteur allemand n'a pas tenu compte et que Reichert a reconnus depuis dans le *Zoobotryon pellucidus*. Ils coupent les prétendus ganglions en deux moitiés n'ayant entre elles d'autre communication qu'une étroite perforation percée au centre du diaphragme. Loin d'être un simple renflement du cordon central au point où il passerait librement d'une loge dans l'autre, le ganglion n'est qu'une apparence produite par la juxtaposition, sur les deux faces d'un diaphragme souvent fort mince, de deux amas de matière granuleuse résultant de l'épatement, sur chacune de ces faces, du cordon central de la loge correspondante.

» Le nerf qui se rend du ganglion basilaire des zoécies au bourgeon s'attache aussi, comme Müller l'a soupçonné, à l'intestin du polypide adulte. Ce n'est autre chose, comme j'ai pu m'en assurer, que l'organe même décrit par plusieurs auteurs sous le nom de *funicule*. Il a la même structure histologique que le cordon central et de plus il est si bien contractile qu'il joue le rôle d'un troisième muscle rétracteur. Ce n'est donc rien qui ressemble à un nerf.

» Ainsi le cordon central n'a pas la structure histologique d'un tissu nerveux et ses cellules subissent même dans leur forme ou leur contenu des modifications incompatibles avec la nature d'un tel tissu.

» Un organe qui n'est en somme qu'une de ses branches, le funicule, se contracte à la manière d'un muscle.

» Les rameaux du plexus se rendent habituellement aux parties qui ont le moins besoin de nerfs et s'y soudent largement.

» Enfin les prétendus ganglions sont coupés par des cloisons qui les séparent en deux moitiés presque complétement étrangères l'une à l'autre.

» Pour toutes ces raisons tirées de l'Anatomie, il est difficile de voir dans le cordon central et ses dépendances aucun caractère qui légitime le nom de *système nerveux colonial*.

» Il ne possède pas davantage les propriétés physiologiques que suppose ce nom et que Müller lui attribue. J'ai pu en effet le pincer et même en faire la section sans qu'un polypide épanoui sur la même branche et placé sous sa dépendance se soit rétracté. Il est donc incapable de transmettre les sensations et dès lors ne mérite pas le nom de *système nerveux*.

» Quel est le rôle de ce système, quelle est sa véritable nature ? Cette question fait l'objet des recherches que je poursuis, mais je puis déjà donner comme un résultat acquis ce fait qu'on voit souvent les cellules fusiformes du cordon central ou du plexus se gonfler, s'arrondir, puis enfin se détacher de leurs voisines et que telle est l'origine de toute une catégorie de corpuscules flottants qu'on observe dans le liquide qui remplit les articles de la tige et les zoécies de la *Bowerbankia imbricata*.

» Ces recherches ont été commencées l'été dernier au laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff.

» Grâce à un nouveau service organisé par M. de Lacaze-Duthiers et qui permet au laboratoire de la Sorbonne de recevoir de son annexe maritime des envois réguliers d'animaux et d'eau de mer, elles ont pu être poursuivies à Paris pendant tout l'hiver qui vient de finir. »

« M. Chasles fait hommage à l'Académie, de la part de M. le professeur *Pierre Riccardi*, de Modène, d'un ouvrage intitulé : *La Biblioteca matematica italiana* (Modena, 1870-1876, 2 vol. in-4°), dont la première partie seulement a paru jusqu'ici. C'est une bibliographie aussi complète que possible des Ouvrages de Mathématiques composés par des auteurs italiens et publiés depuis la plus haute antiquité jusqu'aux premières années du XIXe siècle.

» Cet important Recueil comprend l'énumération de tous les Ouvrages de chaque auteur, rédigée avec les plus grands soins et enrichie de toutes les indications les plus minutieuses qu'un savant bibliographe est en droit d'exiger aujourd'hui dans des catalogues de ce genre. M. Riccardi, qui possède lui-même une très-riche collection de livres rares, a pu rendre aussi parfaite que possible cette partie de son travail, indépendamment des documents qu'il s'est procurés dans l'exploration des principales bibliothèques de l'Italie. Au nombre des articles qui ont l'importance de véritables monographies, on peut citer celui de Galilée, qui ne prend pas moins de 62 colonnes, dont une partie en très-petit texte.

» La *seconde partie* de la *Biblioteca matematica italiana* reproduira l'in li-

cation des mêmes ouvrages, disposés par ordre de matières et en séries chronologiques. »

« M. Chasles présente aussi, de la part de M. *Favaro*, professeur à l'Université de Padoue, un volume intitulé *Lezioni di Statica grafica* (in-8, Padova, 1877; 650 pages). Cet Ouvrage, extrêmement complet, peut en représenter deux, car une première partie renferme, sous le titre de *Geometria di posizione*, tous les progrès de cette partie des Mathématiques acquis depuis plus d'un demi-siècle, que M. Favaro fait suivre, sous le titre de *Calcul graphique*, des solutions et constructions graphiques qui ont été le sujet de divers ouvrages depuis une vingtaine d'années. Puis vient (p. 399) la *Statica grafica*, qui enseigne, dit l'auteur, comment les conditions d'équilibre des forces, exprimées primitivement par l'analyse algébrique, peuvent l'être par des considérations graphiques : méthode introduite il y a une quinzaine d'années et devenue d'un usage général. M. Favaro cite constamment, en tête de chaque chapitre et dans le cours de ses démonstrations, tous les Ouvrages qui se rapportent au sujet. De nombreuses figures, deux cent soizante-quatorze, contribuent à la clarté de cet important Ouvrage. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 mars 1877.

(suite.)

Note sur la résolution numérique des équations algébriques de degré quelconque, par la méthode des différences; par A. Matrot. Lille, impr. Danel, 1875; br. in-8°. (Présenté par M. Resal.)

L'histologie de l'œuf; par M. A. Villot. Montpellier, typogr. Boehm, 1876; br. in-8°. (Extrait de la *Revue des Sciences naturelles*.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, 1877, février. Paris, Dunod, 1877; in-8°.

Les merveilles de l'industrie; par L. Figuier; 34e série. Paris, Furne, Jouvet et Cie, 1877; in-8° illustré.

Note sur une nouvelle espèce de diptère fossile du genre Protomyia (*P. Oustaletti*) *trouvée à Chadrat* (*Auvergne*); *par* M. Ch. Brongniart. Meulan, impr. A. Masson, 1876; opusc. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Note sur quelques nouveaux agents anesthésiques; par le Dr F. Putzeys. Bruxelles, impr. F. Hayez, 1876; br. in-8°.

Variations ou anomalies des feuilles composées; par M. D. Clos. Toulouse, impr. Douladoure, sans date; br. in-8°.

Tableau général méthodique et alphabétique des matières contenues dans les publications de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, depuis sa fondation; Ire Partie : *Publications en langue étrangère.* Saint-Pétersbourg, 1872; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg; t. XXII, n° 4; t. XXIII, n° 1. Saint-Pétersbourg, 1876-1877; 2 liv. in-4° (2 exemplaires).

Annalen des physikalischen centralobservatoriums, herausgegeben von H. Wild; Jahrgang 1874. Saint-Pétersbourg, 1876; in-4°.

Archivos do Museu nacional do Rio de Janeiro; vol. I, 1er, 2e, 3e trimestre, 1876. Rio de Janeiro, imprensa industrial, 1876; 2 liv. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 5 mars 1877.)

Page 470, force magnétique totale : augmenter les valeurs de 0,0123.
» composante horizontale : augmenter les valeurs de 0,0051.

(Séance du 2 avril 1877.)

Page 627, théorème XI, ligne 3, *au lieu de* $8mn'n''$, *substituez* $10mn'n''$.

Et, à la démonstration, manifestement étrangère à la question, puisqu'il ne s'y trouve pas la classe n'' d'une des courbes, *substituez* celle ci :

$$\left.\begin{array}{lll}\theta', & 8mn'n''\ [\mathrm{V}] & \theta'_1\\ \theta'_1, & 6mn'n''\ [\mathrm{A}] & \theta'\end{array}\right|\ 14mn'n''.$$

Il y a $4mn'n''$ solutions étrangères causées par les n'' tangentes de $U^{n''}$ émanées du point x de L situé à l'infini.

Dates.	Baromètre à midi réduit à zéro.	Thermomètres du jardin. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne vraie.	Écart de la normale.	Thermomètre électrique à 20 mètres.	Actinomètre.	Thermomètres du sol. Surface.	à 0m,20.	à 1m,00.	Tension de la vapeur.	État hygrométrique.	Udomètre (à 1m,80).	Évaporomètre.	Électricité atmosphérique.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm	
1	764,7	- 2,6	4,8	1,1	1,4	- 4,1	1,9	30,3	1,8	3,9	6,5	3,7	74	.	.	Exprimé en éléments Daniell et sans correction locale.
2	64,9	- 0,8	non atteint.	5,4	3,0	- 2,6	2,9	8,7	2,7	3,8	6,3	5,5	94	2,5	.	
3	60,3	ascendante.	11,6		7,7	2,0	7,7	15,7	7,7	4,9	6,1	6,6	85	0,1	1,2	
4	52,7	5,4	10,2	7,8	7,1	1,3	7,1	9,3	6,3	6,0	6,0	6,7	92	2,3	1,0	
5	51,5	3,6	8,2	5,9	4,3	- 1,5	4,7	21,5	3,7	6,1	6,1	4,9	80	0,9	2,1	
6	50,4	0,1	6,7	3,4	3,1	- 2,7	2,8	34,9	3,8	5,3	6,3	4,9	87	2,7	1,3	
7	38,9	- 0,1	4,9	2,4	1,6	- 4,2	1,6	9,5	0,4	4,6	6,2	4,7	90	1,7	0,8	
8	49,6	- 0,2	6,1	3,0	2,3	- 3,5	2,0	23,6	1,6	4,2	6,1	4,2	78	0,4	.	
9	54,9	- 0,9	4,6	1,9	1,1	- 4,7	0,8	15,5	- 0,5	3,8	6,0	3,6	71	0,0	.	
10	57,2	- 3,6	2,8	- 0,4	- 1,2	- 7,0	- 1,2	31,6	- 1,5	3,2	5,8	3,1	74	.	.	
11	59,4	- 4,8	1,9	- 1,5	- 2,0	- 7,8	- 1,8	47,0	- 2,4	2,5	5,6	3,0	74	.	.	25,3
12	57,8	- 6,2	4,4	- 0,9	1,7	- 4,2	1,6	25,3	1,5	2,3	5,4	3,9	75	0,1	.	27,1
13	52,0	1,9	11,3	6,6	8,7	2,7	8,5	22,1	7,8	3,6	5,2	6,6	79	0,8	3,4	12,9
14	56,0	7,6	10,4	9,0	8,5	2,4	8,4	6,1	7,4	5,2	5,1	7,1	86	0,9	1,9	13,3
15	55,6	7,4	11,9	9,7	8,7	2,5	8,6	9,7	7,5	6,1	5,2	7,1	84	0,0	2,1	12,9
16	47,5	6,6	11,8	9,2	7,6	1,3	7,5	15,4	6,4	6,7	5,4	6,6	83	2,0	1,9	- 1,4
17	48,1	2,1	10,7	6,4	4,5	- 1,8	4,5	38,1	4,6	6,5	5,7	5,4	87	3,7	1,7	21,4
18	49,0	- 0,5	9,7	4,6	4,2	- 2,2	4,3	39,7	4,4	6,2	5,9	4,8	80	.	1,7	20,9
19	41,0	0,4	9,5	5,0	6,0	- 0,5	5,8	18,8	5,5	5,9	6,0	5,3	76	0,0	3,2	13,4
20	33,1	2,6	12,3	7,5	5,1	- 1,5	4,2	26,5	5,7	6,2	6,0	6,2	94	19,5	1,0	- 9,4
21	38,7	1,5	7,5	4,5	3,6	- 3,1	3,5	14,4	2,6	6,1	6,1	5,0	85	1,8	1,2	25,5
22	47,7	- 0,1	7,6	3,8	3,4	- 3,4	3,9	34,5	3,6	5,5	6,1	3,9	69	.	.	27,5
23	50,2	- 0,9	9,2	4,2	4,7	- 2,2	4,8	28,3	4,0	5,4	6,1	5,1	82	5,4	2,3	22,0
24	41,5	4,0	11,0	7,5	7,1	0,1	6,9	29,2	6,3	5,9	6,1	5,8	77	2,7	3,3	10,7
25	32,3	6,5	11,9	9,2	7,6	0,4	7,4	28,4	7,2	6,7	6,1	6,5	84	5,5	2,4	- 5,3
26	34,0	5,0	11,0	8,0	7,7	0,3	7,5	21,6	6,9	7,0	6,2	6,2	80	4,0	2,2	8,3
27	41,7	4,5	12,0	8,3	7,5	- 0,1	7,5	18,2	6,8	7,1	6,3	6,2	79	7,2	2,0	5,5
28	52,5	3,2	15,8	9,5	10,6	2,8	10,6	35,6	11,3	7,3	6,5	7,6	80	0,0	3,2	7,7
29	54,6	8,9	17,6	13,3	11,7	3,7	11,7	11,8	10,9	8,8	6,6	8,7	85	1,8	2,1	0,5
30	57,6	7,8	15,7	11,8	10,2	2,0	10,6	43,6	10,5	9,6	6,9	7,4	81	4,5	2,4	19,6
31	60,6	3,8	15,1	9,5	8,7	0,3	8,7	46,4	9,1	9,6	7,2	6,6	79	.	2,1	16,1

(8) Moyennes des cinq observations. — Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.

(5) (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) Moyennes des observations sexhoraires.

(17) Poids d'oxygène fourni par l'ozone. Le poids d'ozone s'en déduirait en multipliant les nombres par 3.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison. (18)	Inclinaison. (19)	Intensité horizontale. (20)	Intensité totale. (21)	VENTS à 20 mètres. Direction dominante (22)	Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure. (23)	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré. (24)	DIRECTION DES NUAGES. (25)	NÉBULOSITÉ (0 à 10). (26)	REMARQUES.
	° ′	° ′				km	kg			
1	17.12,5	65.36,3	1,9340	4,6631	NW à NE	11,1	1,16	N *k*	6	Frimas le matin.
2	12,9	38,0	9324	6642	S	11,2	1,18	SSW	10	Dégel. Neige suivie de pluie continue.
3	13,7	36,3	9342	6634	SSW	6,2	0,36	SW	10	Pluie cesse avant le jour.
4	12,8	36,1	9337	6617	SW à NW	13,2	1,64	SW-NW	10	Continuellement pluvieux.
5	11,9	36,5	9336	6626	NW	16,7	2,63	NW	6	Pluie cessant à 10 heures matin.
6	11,8	36,0	9341	6625	NW	14,0	1,85	N *k*	7	Giboulées l'après-midi. [giboulées.
7	11,5	36,5	9336	6627	SW à NW	15,9	2,38	SW-NW	9	Neige le matin, suivie de pluie alternant avec
8	12,0	36,5	9336	6627	N	23,1	5,03	NNE	5	Intermittences de faib. pluie ou neige, rafales.
9	11,9	35,7	9349	6634	NW à NE	16,5	2,57	NNW	6	Givre, puis quelques flocons de neige.
10	12,9	37,3	9319	6610	NE	15,2	2,18	NNE	2	Givre matin et soir.
11	13,1	36,7	9327	6611	E à NE	15,2	2,18	//	0	Ciel découvert.
12	12,7	36,5	9334	6623	SW	16,4	2,53	N à W	8	Dégel après-midi. Pluie dès $11^h 30^m$.
13	14,1	36,0	9336	6612	NW	26,4	6,57	NW *k*	9	Petites pluies intermitt., parfois avec grêle et
14	12,3	36,0	9331	6601	W à N	19,1	3,44	WNW	9	Petites pluies intermittentes. [rafales.
15	12,0	35,8	9333	6598	W ¼ SW	17,6	2,92	W ¼ NW	10	Id. id.
16	11,2	35,7	9345	6624	SW à NW	19,7	3,66	W	8	Id. avec bourrasques le matin.
17	11,5	36,2	9336	6618	W	14,9	2,09	WSW	6	Pluvieux; plus fortement dès $5^h 15^m$ s.
18	12,3	35,5	9341	6610	S	5,6	0,30	WSW *k*	5	Gelée blanche le matin.
19	12,6	36,1	9335	6613	NE	17,8	2,98	NE	10	Gouttes de pluie par intervalles.
20	11,9	35,3	9348	6620	NE à W	15,1	2,15	très-variab.	10	Forte pluie av. le jour. Orage avec grêle à 4^h s.
21	11,2	35,7	9334	6597	W ¼ SW	19,1	3,44	W ¼ SW	7	Pluie à $2^h 45^m$ m. et de $12^h 45$ à $3^h 50^m$ soir.
22	12,3	36,3	9342	6636	N à W	10,9	1,12	NW	6	»
23	12,5	35,9	9336	6610	S	15,1	2,15	NW à SW	7	Givre le matin, assez forte pluie le soir.
24	12,8	36,1	9334	6611	SW	27,3	7,03	SW	8	Bourrasques et pluie matin et soir.
25	11,8	36,2	9345	6639	SW à SE	23,7	5,30	S *k*	9	Id. et continuellement pluvieux.
26	12,0	35,5	9337	6600	S	24,3	5,57	S	10	Pluies interm. Orage et forte ondée à $4^h 45$ s.
27	11,0	.	9345	.	SW	23,3	5,12	SW	7	Pluie de 1^h à $3^h 45^m$ s. et de $6^h 45^m$ à $9^h 10^m$ s.
28	12,8	.	9340	.	SW	17,9	3,02	SW	10	La pluie reprend à $10^h 30^m$ s.
29	12,1	34,8	9343	6593	S à WNW	16,1	2,44	SW	10	Forte pluie le matin, surtout vers 5^h.
30	11,7	34,3	9338	6566	WNW	8,5	0,68	WSW *k*	4	Continuellement pluvieux.
31	11,8	34,8	9337	6579	WNW	9,6	0,87	NW *k*	3	Variable. Assez beau le soir.

(18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues prises sur la fortification.

(20, 21) Valeurs déduites des mesures absolues faites au pavillon magnétique.

(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Mars 1877).

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
	′	′	′	′	′	′	′	° ′
Déclinaison magnétique .... 17° +	8,8	9,8	18,2	17,0	12,8	9,6	9,1	17.12,2
Inclinaison » (28 jours)...... 65° +	36,3	36,3	35,8	36,0	36,1	36,0	36,0	65.36,1
Force magnétique totale (28 jours)..... 4, +	6624	6613	6596	6612	6620	6627	6622	4,6616
Composante horizontale.... .... 1, +	9338	9333	9332	9336	9339	9343	9341	1,9338
Électricité de tension (20 jours) (1)..........	12,6	14,5	7,7	−7,4	15,8	17,5	14,6	12,7
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°....................	750,00	750,41	750,19	749,51	749,57	749,78	749,88	749,91
Pression de l'air sec........................	744,60	744,72	744,58	744,02	743,92	744,14	744,28	744,35
Tension de la vapeur en millimètres...	5,40	5,69	5,61	5,49	5,65	5,64	5,60	5,56
État hygrométrique........................	90,7	83,8	70,5	68,5	76,8	83,4	87,8	81,5
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre du jardin	3,21	5,12	7,51	7,81	6,42	5,20	4,25	5,35
Thermomètre électrique à 20 mètres..........	3,38	4,81	6,93	7,44	6,39	5,35	4,51	5,30
Degré actinométrique.......................	0,37	39,52	48,85	33,21	0,78	»	»	24,55
Thermomètre du sol. Surface	1,89	7,98	10,71	9,09	4,55	3,36	2,62	4,94
» à 0m,02 de profondeur...	4,50	4,51	5,31	6,14	6,29	5,83	5,40	5,38
» à 0m,10 » ...	5,29	5,14	5,27	5,77	6,19	6,20	5,96	5,68
» à 0m,20 » ...	5,56	5,48	5,42	5,54	5,80	5,98	5,97	5,69
» à 0m,30 » ...	5,48	5,47	5,41	5,42	5,54	5,68	5,74	5,54
» à 1m,00 » ...	6,02	6,02	6,03	6,03	6,04	6,05	6,04	6,03
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre à 1m,80...	18,3	4,8	2,5	8,1	14,2	11,4	11,2	t. 70,5
Pluie moyenne par heure.....................	0,098	0,052	0,027	0,087	0,153	0,123	0,120	»
Évaporation moyenne par heure (23 jours)....	0,031	0,053	0,126	0,185	0,128	0,071	0,045	t. (46,5)
Vitesse moy. du vent en kilomètres...........	14,36	15,43	18,86	20,87	17,85	14,81	14,15	16,34
Pression moy. du vent en kilog. par mètre carré.	1,95	2,24	3,35	4,11	3,00	2,07	1,89	2,51

Moyennes horaires.

Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2m.	Température. à 20m.	Heures.	Déclinais.	Pression.	Température. à 2m.	Température. à 20m.
	° ′	mm	°	°		° ′	mm	°	°
1h matin....	17.10,4	749,92	3,90	4,20	1h soir......	17.19,0	749,92	7,92	7,34
2 »	11,7	49,95	3,56	3,88	2 »	18,5	49,69	8,00	7,52
3 »	12,5	49,94	3,26	3,60	3 »	17,0	49,50	7,82	7,44
4 »	12,0	49,93	3,06	3,38	4 »	15,3	49,44	7,42	7,18
5 »	10,6	49,93	3,04	3,28	5 »	13,9	49,47	6,94	6,82
6 »	8,8	50,00	3,22	3,37	6 »	12,8	49,56	6,42	6,39
7 »	7,7	50,13	3,64	3,66	7 »	11,8	49,67	5,94	6,00
8 »	7,9	50,28	4,30	4,16	8 »	10,8	49,72	5,54	5,64
9 »	9,8	50,42	5,12	4,82	9 »	9,6	49,78	5,20	5,34
10 »	12,8	50,47	6,02	5,56	10 »	8,7	49,81	4,90	5,08
11 »	15,9	50,40	6,86	6,30	11 »	8,5	49,84	4,56	4,80
Midi.........	18,2	50,19	7,52	6,93	Minuit.......	9,1	49,89	4,24	4,51

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois.)

Des minima.......... 2°,1 Des maxima........ 9°,6 Moyenne............. 5°,9

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima..... .... 0°,7 Des maxima........ 14°,6 Moyenne............. 7°,7

Températures moyennes diurnes par pentades.

1877. Mars 2 à 6......	5°,0	Mars 12 à 16.....	7°,0	Mars 22 à 26......	6°,1
» 7 à 11.....	0,4	» 17 à 21.....	4,7	» 27 à 31......	9,7

(1) Unité de tension égale à la tension totale d'un élément Daniell.